

سلسلة الكتب العلمية المبسطة  
في المعلوماتية

3

اللجنة القومية لتجهيز المعلومات  
الجمعية المصرية للحاسب الآلي

# ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية

الأستاذ الدكتور

السعيد عاشور

أستاذ الهندسة الصناعية والإدارية وبحوث العمليات  
عميد كلية الهندسة الأسبق  
جامعة المنصورة



سلسلة الكتب العلمية المبسطة  
فى المعلوماتية

3

اللجنة القومية لتجهيز المعلومات  
الجمعية المصرية للحاسب الآلى

# ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية

2000

الأستاذ الدكتور

**السعيد عاشور**

أستاذ الهندسة الصناعية والإدارية وبحوث العمليات  
عميد كلية الهندسة الأسبق  
جامعة المنصورة

عنوان الكتاب : ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية  
اسم المؤلف : الأستاذ الدكتور / السعيد عاشور  
تاريخ النشر : 1999  
رقم الإيداع : 99 /  
ترقيم الدولي : I.S.B.N. - - -

### حقوق النشر

حقوق الطبع والنشر والاقتباس محفوظة للمؤلف، ولا  
يسمح بإعادة نشر هذا العمل كاملاً أو أى جزء من أجزائه،  
أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى  
شكل من أشكال النشر أو بأى صورة، سواء كانت  
إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتسجيل أو التصوير أو خلاف  
ذلك، إلا بموافقة المؤلف بإذن كتابي مقدماً.



## الإهداء

إلى

الله العلى القدير الذى منحنى الكثير من عطاء ربوبيته، وعطاء ألوهيته، ووفقى فى إصدار  
كتبى العلمية بمفهوم هندسى جديد، ونشر كتبى الدينية بفكر دينى مستنير.

إلى

الرسول الكريم عليه الفضل الصلاة وأزكى السلام، حير خلق الله وخاتم الأنبياء، الذى  
اهتديت بهداه، وسرت على نهجه، وأحببت سنته

إلى

أساتدتى الأحلاء فى كل من جامعات ميونخ بألمانيا، وميسسوتا وأيوا بالولايات المتحدة  
الأمريكية الذين أعطوني من علمهم وحهم الكثير

إلى

طلابى فى كل من جامعتى ولاية كانساس وولاية أيوا بأمريكا، وحامعة تمبرا بفنلندا، ومعهد  
الدراسات والبحوث الإحصائية بجامعة القاهرة، وكلية الهندسة بجامعة المنصورة، وقسم الهندسة  
بالجامعة الأمريكية فى القاهرة، الذين استوحيت منهم أفكاراً بحثية من خلال المناقشات  
والاستفسارات معهم، وكذا من الإشراف والحكم على رسائلهم العلمية

إلى

كليات الهندسة بجامعات ولاية كانساس وولاية أيوا بأمريكا، وهلسنكى وتمبرا بفنلندا،  
وكولون بألمانيا، وجميع كليات الهندسة بالسودان بتكليف من هيئة اليونسكو، وكليات الهندسة  
بجامعات المصرية، وقسم الهندسة بالجامعة الأمريكية فى القاهرة التى كلفتنى بإعداد البرامج  
التعليمية، وتقويم نظم التعليم الهندسى للاعتراف والاعتماد.

إلى

الحكومات والمؤسسات والهيئات والشركات فى كل من أمريكا، وإيطاليا، وفنلندا،  
والكويت، وليبيا، والسودان، ومصر، التى أسندت إلى أعمال استشارية فى دراسة ومعالجة  
مشكلات هندسية وفنية، وتصميم وتنفيذ مشروعات تخطيطية وإدارية.

إلى

كل هؤلاء الذين لولاهم لما تمكنت من تأليف هذا الكتاب المبسط فى مجال علمية الإدارة،  
وبحوث العمليات، وتكنولوجيا المعلومات.

والله الموفق إلى ما فيه الخير والصواب.

السعيد عاشور

القاهرة فى 09.06.08



## تصدير

### الأستاذ الدكتور/ وزير التعليم العالي والدولة للبحث العلمي

أدت الطفرة الهائلة التي حدثت في تكنولوجيا الحاسبات والاتصالات والمعلومات إلى تطور سريع في عملية الإدارة على جميع المستويات . فأصبحت الإدارة في العصر الراهن تعمل على أساس معلومات وليست آراء شخصية ، وتصل إلى نتائج وليست نشاطات تنموية ، وتعالج جذوراً وليست مظاهر فنية ، وتتبع أساليب منهجية وليست مجهودات عشوائية ، الأمر الذي أدى إلى أن أصبحت المعلومات هي المصدر الرئيسي للهيمنة الاقتصادية ، فأحال تكنولوجيا المعلومات الاقتصاد العالمي من اقتصاد يحتاج إلى معلومات إلى اقتصاد معلوماتي .

وقد اهتمت كثير من الدول النامية ، وخاصة مجموعة النمر الأسبوية ، باستخدامات الحاسبات والاتصالات والمعلومات في تطوير منهجية الإدارة العلمية ووسائل تدعيم القرار ، حتى أصبحت تنافس الدول المتقدمة في هذا المجال ، وقد أمكن لدول هذه المجموعة أن تضاعف حجم الدخل القومي نتيجة زيادة الصادرات الوطنية ، لذلك فإن مؤسساتنا وهيئاتنا مطالبة بمواكبة هذه التغيرات عن طريق تطوير الإدارة لتتسم بقدرات عالية على التطور والمبادأة والابتكار ، ولا يتأتى ذلك إلا بفهم عميق لمعالجة المشكلات الإدارية وزيادة الاهتمام بالجانب المهاري للإنسان ، ودراسة الوسائل العلمية التي تعتمد على المعارف والمهارات .

ويسعدني أن أقدم للقراء كتاب « ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية » للأستاذ الدكتور/ السعيد عاشور أستاذ الهندسة الصناعية والإدارية وبحوث العمليات وعميد كلية الهندسة الأسبق بجامعة المنصورة . وهذا هو الكتاب الثالث من سلسلة الكتب العلمية المسجلة في الموسوعة التي تصدرها اللجنة القومية لتجهيز

المعلومات ، وهي إحدى لجان أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ، بالتعاون مع الجمعية المصرية للحساب الآلي .

ويمثل هذا الكتاب إضافة علمية ، حيث يتضمن خبرة المؤلف في تطبيق الإدارة العلمية عامة وبحوث العمليات خاصة في مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية ، وفلسفته في معالجة المشكلات عن طريق تمثيل منظومات علمية لمشكلات واقعية ، ثم صياغة هذه المنظومات في نماذج رياضية ، للحصول على حلول علمية . وجدير بالذكر أن المؤلف قد شارك في تقديم علم بحوث العمليات لأول مرة في مصر خلال العام السابق لحرب أكتوبر المجيدة .

وهذا الكتاب المشوق يهدف إلى تبسيط المعرفة العلمية للقراء ، ويساعد في نشر الثقافة الإدارية بين الجماهير ، ويساهم في ترسيخ الوعي المعلوماتي في مصر .  
والله ولي التوفيق ، ، ،

الأستاذ الدكتور

**مفيد محمود شهاب**

وزير التعليم العالي والدولة للبحث العلمي

القاهرة في 2000.01.15

## تقديم

### الأستاذ الدكتور/ رئيس أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا

لقد أدت ثورة المعلومات والنمو المتسارع للمعارف العلمية إلى ابتكارات بارزة ذات فائدة عظيمة للبشرية، فازداد متوسط العمر المتوقع زيادة مذهشة، واكتشف العلاج للكثير من الأمراض، وارتفع الإنتاج الزراعي ارتفاعاً كبيراً في مناطق عديدة من العالم للوفاء باحتياجات السكان المتزايدة. كما أن التطورات التكنولوجية واستخدام مصادر جديدة للطاقة أتاحت للبشر فرصة التحرر من الأعمال المرهقة، ومكنت أيضاً من تطوير طائفة متسعة ومعقدة من المنتجات والعمليات الصناعية

وأسفرت التكنولوجيا القائمة على طرائق الاتصال الجديدة، وعلى معالجة المطبوعات وحوسبتها، عن إتاحة فرص وطرح تحديات لم يسبق لها مثيل أمام العلميين وأمام المجتمع في مجمله. وإن الزيادة المطردة في المعارف العلمية عن منشأ ووظائف وتطور الكون والحياة تزود البشرية بأساليب في التفكير والعمل تؤثر تأثيراً عميقاً في سلوك البشر وآفاق مستقبلهم.

وبما لا شك فيه أننا نعيش اليوم عالماً سريع التحولات، تأتي في مقدمتها تحولات النظام الاقتصادي العالمي الجديد، والذي تقوم دعائمه بدرجة عالية على التقدم العلمي والتكنولوجي والقدرة على استيعاب تدفق المعلومات والتمكن من استخدامها وتطبيقاتها في مجالات التنمية المقدمة وبناء قوة الدولة.

وقد رأت اللجنة القومية لتجهيز المعلومات، وهي إحدى لجان أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، وبالتعاون مع الجمعية المصرية للحساب الآلى، ضرورة إثارة الوعي العام بثورة المعلومات، وذلك عن طريق إصدار سلسلة من الكتب العلمية المبسطة التى يستطيع الإنسان المثقف تفهمها واستيعابها.

ويسرني أن أقدم الكتاب الثالث من هذه السلسلة وهو « ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية » للأستاذ الدكتور السعيد عاشور أستاذ الهندسة الصناعية والإدارية وبحوث العمليات بجامعة المنصورة ، والذي أعد بأسلوب علمي مسط .

وهذا الكتاب يعتبر دليلاً إرشادياً لتعزيز مكانة المعلومات في نشاطات الإدارة العلمية لخدمة المجتمع المعلوماتي .

وفقنا الله تعالى إلى ما فيه الخير لمصر ، ، ،

الأستاذ الدكتور

**محمد يسري محمد مرسى**

رئيس أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا

القاهرة هي 10 01 2000

## تقديم

### الأستاذ الدكتور/ رئيس اللجنة العلمية لتجهيز المعلومات

يتميز العصر الحالي بثورة علمية وطفرة تكنولوجياية في الحاسبات والاتصالات والبرمجيات، مما أدى إلى حدوث تغيرات مذهلة، وفتح آفاق هائلة في مجال المعلومات. وقد خلقت هذه التكنولوجيات الحديثة من خلال التقدم المدهل في علوم الإلكترونيات الصناعية والرقمية، مما أحدث تغيرات كبيرة وسريعة لمعدلات متزايدة ومتسارعة لم تشهد البشرية مثلاً من قبل. وقد أصبح من الصعبية بمكان التنبؤ بآثار هذه التكنولوجيات للمستقبل القريب أو البعيد. كما خلقت مجتمعاً معلوماتياً بنمط حياة جديد في القرن الحالي، فأصبحت صناعة المعلومات هي الثروة الأساسية للشعوب

وعملية تحويل المجتمع المصري إلى مجتمع معلوماتي في جميع المجالات، بحتاج إلى جهود مصنية لإثارة الوعي العام لهذه التكنولوجيات الحديثة، ومتابعة التغيرات المستديية. لذلك فقد رأت اللجنة القومية لتجهيز المعلومات بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، وبالتعاون مع الجمعية المصرية للحساب الآلي، إصدار سلسلة من الكتب العلمية المبسطة في المعلوماتية يؤلفها كبار الأساتذة الخبراء في مختلف المجالات بأسلوب علمي مبسط، بهدف تفهم واستيعاب تكنولوجيا المعلومات في مختلف المجالات.

ويسعدنا أن نقدم الكتاب الثالث من سلسلة «الكتب العلمية المبسطة في المعلوماتية» وهو «ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية»، والذي قام بتأليفه الأستاذ المرموق الدكتور/ السعيد عاشور أستاذ الهندسة الصناعية والإدارية وبحوث العمليات بكلية الهندسة، جامعة المنصورة. وكلية ثقة في أن القارئ سيستوعب محتوى هذا الكتاب بسهولة ويسر، وأنه سيفتح المدارك والآفاق في مجال تكنولوجيا الحاسبات والاتصالات والمعلومات، حتى يمكن الاستفادة منها في عمليات دعم القرار.

والله والموفق، ، ،

الأستاذ الدكتور

أحمد عبادة سرحان

رئيس اللجنة القومية لتجهيز المعلومات

أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا





## المقدمة

الحمد لله نحمده ونستعينه ونستغفبه ونستغفره، ونعوذ به من شرور أنفسنا وسيئات أعمالنا، ونشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له، ونصلي ونسلم على خاتم الأنبياء محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد، فالانتمية الإدارية نَعَدَ محور التقدم الشامل في الدول المتقدمة التي تحول اقتصادها من اقتصاد تصنيعي إلى اقتصاد معلوماتي، مما أدى إلى التحكم في وسائل الإنتاج. وأصبحت المؤسسات الإنتاجية مطالبة لمواكبة هذه المتغيرات بتطوير الإدارة، لتتسم بقدرات عالية على الفهم العميق لتشخيص ومعالجة المشكلات عن طريق صياغتها في منظومات واقعية، ثم تمثيل هذه المنظومات بنماذج رياضية تعطي حلولاً تمثل بدورها عدّة بدائل تساعد في دعم صناعة القرار.

وعملية صنع القرار أصبحت عملية صعبة التحقيق وباهظة الثمن في عصر يتسم بالتقدم السريع؛ لأنه أصبح عالم المعرفة السريعة، والمعلومات المتفجرة، والتقنية المستحدثة، والحياة المعقدة، والمخاطر المكلفة. فالقرار الذي كان يسند إلى الإحساس الداخلي، أو الحدس الشخصي، أو الحظ الاحتمالي، أو التخمين الفكري، أو الحالة المزاجية، أو الإفتاء الفردي، أو التجربة والخطأ، لم يعد صائباً، لأن كل هذا لم يعد يصنع قراراً رشيداً وعاجلاً، مما يتسبب في ضياع فرص عالية وتكلفة باهظة في الجهد والوقت والمال. لذلك فقد أصبحت هذه الأساليب لا تحظى بالترحيب في صنع القرار.

وصنع القرار يقتضى قدراً كبيراً من البيانات، وهي المادة الأولية التي تعالج تحليلًا وتركيبًا لاستخلاص ما تضمنته من معلومات عن طريق تطبيق النماذج الرياضية، والطرق الإحصائية، والأساليب المنطقية، وما شابه ذلك، حتى يمكن إجراء السيناريوهات، ووضع الإستراتيجيات، وتحليل المخاطر.

والوطن العربي — وهو يعبر ماضيه، ويبني حاضره، ويتطلع إلى مستقبله — يحاول اللحاق بالدول المتقدمة التي تتميز بتقدم في تكنولوجيا الحاسبات، وتطور

فى تكنولوجيا الاتصالات، وثورة فى تكنولوجيا المعلومات؛ حيث هذه تُعدّ المحاور الأساسية فى إدارة المؤسسات الإنتاجية.

فتكنولوجيا الحاسبات تقدمت تقدماً هائلاً، حيث ظهرت — بمقتضى هذه التكنولوجيا — عدّة اكتشافات ونتائج مذهلة، نسرّد بعضاً منها على النحو التالى:

■ أمكن دمج شريحتى المعالج والذاكرة داخل شريحة واحدة بحجم وتكلفة أقل، وبطريقة ترفع قدرات خلايا الذاكرة المؤقتة بالحاسبات أربعة أضعاف، وقدراتها فى الأداء ثمانية أضعاف. وبذلك يتصور البعض أن التليفون المحمول قد يصبح فى حجم زرّار الجاكت، والحاسب الآلى فى حجم كف اليد.

■ أمكن تطوير الحاسب الشخصى، بحيث يمكنه إجراء مليار عملية حسابية فى الثانية الواحدة، مستخدماً نوعية جديدة من الشرائح الإلكترونية، وبذلك يكون قد فاق قدرات السوبركمبيوتر الفائق السرعة.

■ أمكن تخزين محتوى ألف كتاب من حجم الخمسمائة صفحة من القطع المتوسط، على قرص ضوئى واحد لا يتجاوز قطره اثنى عشر سنتيمتراً.

وتكنولوجيا الاتصالات تطورت تطوراً فائقاً، حيث ظهرت — بمقتضى تزواج هذه التكنولوجيا مع تكنولوجيا الحاسبات — عدّة حقائى واكتشافات مذهلة، نسرّد بعضاً منها على النحو التالى:

■ أمكن زيادة سعة شبكات الاتصالات الحديثة (الألياف الضوئية التى يسرى بداخلها شعاع الليزر) إلى عشرة آلاف ضعف سعة شبكات الاتصالات التقليدية (الكابلات أو الأسلاك النحاسية التى تنقل الإشارات الهاتفية كتيار كهربى ضعيف)، مما مكن من نقل 50,000 مكالمة هاتفية خلال دائرة واحدة من الألياف الضوئية.

■ أمكن زيادة سعة دوائر الاتصال عبر الأقمار الصناعية، مما أدى إلى انخفاض تكلفة الدائرة بمعدل كبير باستخدام التكنيك الرقعى. ففى عام 1965 كانت الأقمار الصناعية تحمل 240 دائرة اتصال بتكلفة 22,000 دولار للدائرة، وأصبحت حالياً تحمل 500,000 دائرة بخمس التكلفة السابقة. وتجدر الإشارة إلى أن تكلفة الاتصال عبر الأقمار الصناعية لا تتوقف على المسافة بين المرسل والمستقبل كما هى الحال فى طرق الاتصال التقليدية.

■ أمكن نقل 40 مليار بايت فى الثانية للواحدة، مؤمناً نقل النصوص والأرقام والصوت والصورة، عبر كابل من الألياف الصناعية طوله 40,000 كيلومتر؛ بادئاً من فرنسا ومنتهياً بأستراليا عابراً البحر المتوسط والبحر الأحمر والمحيط الهندى، رابطاً بين 33 دولة فى أربع قارات، متضمناً 39 نقطة وصول، خادماً حوالى 4 مليارات نسمة، أى ثلاثة أرباع سكان الأرض.

أما تكنولوجيا المعلومات، فقد انتشرت انتشاراً مذهلاً، حيث ظهرت — بمقتضى اندماج هذه التكنولوجيا مع تكنولوجيا الحاسبات وتكنولوجيا الاتصالات — عدة مظاهر ونتائج مذهلة، نسرده بعضاً منها على النحو التالى:

■ أمكن لتكنولوجيا المعلومات — برغم كونها صناعة ناشئة — تحقيق معدلات نمو وارتفاع تقنى لا مثيل له من قبل. فالنتاج الكلى لصناعة المعلومات يقدر فى نهاية الألفية الثانية بحوالى ألف بليون دولار، لتحقيق أول صناعة فى تاريخ العالم رقم التريون أى مليون مليون.

● أمكن لمجتمع المعلومات — برغم كونه حديث العهد — أن يطرح قيماً ومفاهيم وأساليب جديدة، ويفرض على الإنسان تحديات قاسية، ويعيد النظر فى المسلمات المستقرة، وينذر البشر بصراعات جديدة، ويثير القضايا الفلسفية التى تتعلق بالإنسان، ويبرز الأهمية للمعرفة والثقافة.

■ أمكن لشبكات المعلومات — برغم كونها متباينة فى التصميم — نقل المعلومات بمعدل مذل للغاية فى الثانية الواحدة، مما يعنى حسابياً نقل محتوى ما يوازى مكتبة الكونجرس فى ثانية واحدة.

والكتاب يقدم نبذة مختصرة فى الباب الأول عن سمة عصر المعلوماتية ومحاورها، موضحاً إستراتيجيات تكنولوجيا الحاسبات، وتكنولوجيا الاتصالات، وتكنولوجيا المعلومات؛ ثم يستعرض فى الباب الثانى فلسفة هندسة الإدارة، مبيناً إنجازات منهجية الإدارات، وبحوث العمليات، ونمذجة المنظومات؛ ثم يعرض فلسفة علمية الإدارة فى الباب الثالث موضحاً إيجابيات تحليل النشاط، وتوظيف الإدارة، وتدعيم القرار؛ ثم يختم بفلسفة نمذجة الإدارة فى الباب الرابع كاشفاً عن إجراءات تشخيص المشكلة، وتشكيل المنظومة، وتمثيل النموذج.

وقد ضممتُ هذا الكتاب فلسفتى فى فن هندسة الإدارة، وعلمية الإدارة، ونمذجة الإدارة فى المنظومات الإنتاجية؛ وأوضحت هذه الفلسفة بمثال حى عن

تشخيص المشكلة الواقعية، وصياغة المنظومة العلمية، وبناء النموذج الرياضى؛ وقدمت بعض المشكلات التى قمت بمعالجتها من خلال استشارائى الفنية لتعبر عن هذه الفلسفة.

وقد اعتمدت فى كتابى هذا على خبرتى طيلة الأربعين عامًا التى مضت فى القطاع الصناعى، والمجال الأكاديمى، والنشاط الاستشارى فى الهندسة الصناعية والإدارية، وعلمية الإدارة، وبحوث العمليات، وتطبيقات الحاسبات، وتكنولوجيا المعلومات، ومعالجة المشكلات فى المؤسسات الإنتاجية، حتى أصبح مجال نشاطى الاستشارى هو معالجة المشكلات (Problem Solving).

ومما هو جدير بالذكر، أن علمية الإدارة (Scientific Management) وبحوث العمليات (Operations Research) لم يُعرفا فى مصر قبل صيف عام 1972، إذ قدّمنا هذه العلوم لأول مرّة فى معهد الدراسات والبحوث الإحصائية بجامعة القاهرة عن طريق منحة من مؤسسة فورد الأمريكية. ويُعدّ هذا أول كتاب عن فلسفة هندسة الإدارة، وعلمية الإدارة، ونمذجة الإدارة فى المنظومات الإنتاجية؛ حيث تفنّقر المكتبة العربية لهذا النوع من الكتب، فى حين أنها نازح بكتب عن الأساليب التكنيكية لهذه العلوم.

وقد راعيت فى تأليف هذا الكتاب الإعداد المنطقى والكتابة المقروءة، وتوخيت القصد الميسر والأسلوب المبسط، وتجنّبت الإيجاز المخل والتفصيل الممل، لكى يصبح المحتوى سهل الاستيعاب، سريع الفهم، دون الإخلال بالمضمون. وإنى لأمل أن أكون قد أحسنت تقديمه، وأن يغفر لى إن لم أكن قد أحسنت تصويره.

وفى هذا الصدد لا يفوتنى إلا أن أشكر زميلى وصديقى الأستاذ الدكتور أحمد عبادة سرحان الذى هيا لى هذه الفرصة لأن أجمع أوراقى البحثية، ومذكرائى العلمية التى سجلت فيها منهجى وفلسفتى الشخصية فى معالجة المشكلات، وتحليل المنظومات؛ وكذا أفكارى وخواطرى الذاتية فى هندسة الإدارة، وعلمية الإدارة، ونمذجة الإدارة فى المنظومات الإنتاجية. كما أود أن أشكر كل من قدم لى العون فى إخراج هذا الكتاب، والله ولى التوفيق.

الأستاذ الدكتور

السعيد عاشور

القاهرة فى 99.06.08

# الفهرس

5	الإهداء
7	المقدمة
11	الفهرس
13	الأشكال
15	الباب الأول : سمة عصر المعلوماتية
25	الفصل الأول : إستراتيجيات تكنولوجيا الحاسبات
29	الفصل الثاني : إستراتيجيات تكنولوجيا الاتصالات
31	الفصل الثالث : إستراتيجيات تكنولوجيا البرمجيات
33	الباب الثاني : فلسفة هندسة الإدارة
37	الفصل الأول : إنجازات منهجية الإدارات
47	الفصل الثاني : إنجازات بحوث العمليات
57	الفصل الثالث : إنجازات نمذجة المنظومات
67	الباب الثالث : فلسفة علمية الإدارة
71	الفصل الأول : إيجابيات تحليل النشاط
79	الفصل الثاني : إيجابيات توظيف الإدارة
93	الفصل الثالث : إيجابيات تدعيم القرار
105	الباب الرابع : فلسفة نمذجة الإدارة
119	الفصل الأول : إجراءات تشخيص المشكلة
123	الفصل الثاني : إجراءات تشكيل المنظومة
127	الفصل الثالث : إجراءات تمثيل النموذج
137	المراجع العلمية:
143	الإصدارات للمؤلف:





# الأشكال

- شكل رقم (1 - 3) : مكونات وعناصر المنظومات 73 . . . . .
- شكل رقم (2 - 3) : منظومة إنتاجية تصنيعية 76 . . . . .
- شكل رقم (3 - 3) : منظومة إنتاجية خدمية 78 . . . . .
- شكل رقم (4 - 3) : وظائف ومهام إدارية في المنظومات الإنتاجية 88 . . . . .
- شكل رقم (5 - 3) : تدفق المعلومات لصنع القرار 94 . . . . .
- شكل رقم (6 - 3) : مبنى مصحة نفسية للمختلين عقليا 99 . . . . .
- شكل رقم (7 - 3) : طائرة بمحركين وأخرى بأربع محركات 101 . . . . .
- شكل رقم (8 - 3) : جزيرة مكونة من يابس وبحيرات 102 . . . . .
- شكل رقم (9 - 3) : لوحة التصويب بالسهم 103 . . . . .
- شكل رقم (1 - 4) : منظومة صف الانتظار بمصعد البرج 125 . . . . .
- شكل رقم (2 - 4) : تمثيل عملية النمذجة الرياضية 128 . . . . .



# الباب الأول سمة عصر المعلوماتية

- الفصل الأول : إستراتيجيات تكنولوجيا الحاسبات .
- الفصل الثاني : إستراتيجيات تكنولوجيا الاتصالات .
- الفصل الثالث : إستراتيجيات تكنولوجيا البرمجيات .



# الباب الأول

## سمة عصر المعلوماتية

تُعَدُّ التنمية الإدارية والنزرة المعلوماتية محور التقدم الشامل للدول المتقدمة. ويشير الموقف الاقتصادى العالمى إلى سيطرة واحتكار الدول المتقدمة لمعطيات تكنولوجيا المعلومات التى تتحكم فى الوسائل الإنتاجية، سواء أكانت تصنيعية أم خدمية، مما سبب عجزاً ونقصاً فى قدرات الدول النامية.

ومن الواضح أن هناك فجوة بين الدول المتقدمة والدول النامية، وتتسع هذه الفجوة على مر السنين. لذلك ينبغى تشجيع البحث والتطوير والابتكار محلياً، مع نقل تقنيات الدول المتقدمة، ومحاولة استيعابها وتطويرها بما يتلاءم مع الظروف المحلية. ويستمر الجمع بين التقنية المحلية والتقنية المستوردة، فى مزيج يتغير بتغير عناصره مع الوقت تصاعدياً فى صالح الاقتصاد القومى.

والوطن العربى وهو يعبر ماضيه، ويبنى حاضره، ويتطلع إلى مستقبله، يحاول اللحاق بالمجتمعات المعاصرة التى تتميز بالأنشطة الديناميكية، وتزايد الاكتشافات العلمية، وانتشار الابتكارات التكنولوجية، وتقدم الصناعات المعلوماتية، فى كل مناشط الحياة.

ومما هو جدير بالذكر، أن هذا التغيير يؤثر على مستوى الحياة ونوعية المتطلبات، وبالتالي يخلق طلباً متزايداً على السلع والخدمات؛ فتتطور وسائل الإنتاج لمواجهة هذا الطلب، مما يؤدى إلى مزيد من استخدام واستحداث كل من الموارد من معلومات وطاقت وتقنيات؛ فتختفى كثير من المهن والتخصصات القائمة، وتظهر عديد من المهن والتخصصات المستحدثة. ويصبح من المألوف أن الإنسان يغير عمله ووظيفته عدة مرات خلال حياته العملية، لتقادم التكنولوجيا التى كان يستخدمها، أو لظهور تكنولوجيا مستحدثة لم تكن مألوفة من قبل، أو لتطور الوسائل والأساليب التكنولوجية المستخدمة كالحاسبات والاتصالات، والمعلومات.

- فأصبحت المؤسسات الإنتاجية مطالبة لمواكبة هذه المتغيرات بتطوير الإدارة لتتسم بقدرات عالية على التصور والمبادأة والابتكار، وفهم عميق لمعالجة المشكلات، وزيادة الاهتمام بالجانب المهارى للإنسان، ودراسة الوسائل العلمية التى تعتمد على هذه المعارف والمهارات، والتى يمكن سردها على النحو التالى:
- فهم دقيق للعلوم الرياضية والإحصائية، والاتصالات والحاسبات.
  - تداول المعلومات من تخزين واسترجاع وتحليل.
  - استخدام النماذج الرياضية للتنبؤ بسلوك المنظومات.
  - تطبيق المبادئ العلمية للوصول إلى التصميم الأمثل للمنظومات، السريع فى الفهم، البسيط فى التنفيذ، المنخفض فى التكاليف، السهل فى الصيانة.
  - استيعاب كامل لأساليب الإدارة العلمية، مع الأخذ فى الاعتبار الجوانب الاقتصادية والاجتماعية، للقدرة على صنع القرارات الرشيدة فى معالجة المشكلات الفنية والإدارية.
  - معرفة عميقة بأساليب العلاقات الإنسانية، للتحكم فى استخدام الموارد البشرية بفاعلية وكفاءة عالية.
  - مهارة فائقة فى التعبير عن التخيالات والتصورات، وقدرة عالية فى التحكم فى الاتصالات والحاسبات عن طريق مختلف الوسائل، بغية الوصول إلى الأهداف المرحلية والنهائية.
  - توسع مناسب فى مجالات المعرفة لمجابهة الطلب المتزايد على الأعمال التى تتطلب دراسات بينية فى مختلف المجالات.
- ويظهر من التحليل الوظيفى للإدارة التى تستند إلى وسائل فاعلية، مدى تزايد الاهتمام الكامل بالمعلوماتية التى تستند إلى معارف علمية، واعتماد تطوير الإدارة على قاعدة معرفية وعلمية تتناسب مع التطور المذهل الذى حدث فى الحاسبات والاتصالات. وتتميز الإدارة العلمية الواعية بكثير من السمات، نذكر منها ما هو على النحو التالى:
- إدارة علمية قادرة على المبادأة والابتكار والتصور واستقلالية الفكر.
  - إدارة علمية قادرة على الاستخدام الأمثل للمعلومات، فهى إدارة معلومات، وليست إدارة مهمات.
  - إدارة علمية قادرة على تقبل التغيير واستيعابه، والإسهام فى إحداثه.
  - إدارة علمية قادرة على التعامل مع أدوات العصر ووسائله برشد وفاعلية.

- إدارة علمية قادرة على صنع القرار الرشيد لمعالجة المشكلات، وإتيان الحل العملى لتصحيح المسار فى أسرع وقت ممكن.
- إدارة علمية مؤمنة بأنه لا يوجد حل واحد لأى مشكلة من المشكلات؛ فهناك لكل حل ما هو أفضل منه.

ونظرًا للتقدم التكنولوجى والعلمى، نتيجة زيادة الإنفاق على البحث العلمى والتنمية التكنولوجية، نشأت الحاجة إلى تطور أساليب وتقنيات جديدة لتخزين ومعالجة واسترجاع هذا الكم الهائل من البيانات لاستخلاص المعلومات. كان رصيد المعارف يتضاعف كل مائتى عام فى القرن الماضى. فأصبح هذا العصر يتميز بسمة الانفجار المعرفى.

فى الخمسينيات، كان يرمز إلى مصطلح المعلومات بالوثائق والمكتبات. أما فى التسعينيات، فقد أصبح يُعرف بالمعرفة الضرورية لأداء الأعمال وصنع القرار فى الحال أو فى المستقبل. وقد أصبح من الضرورى تحرير المعلومات، حتى ينطلق الاقتصاد ويزدهر الاستثمار، وتدعيم القدرات التنافسية فى السوق العالمية، لتتناسب بسهولة بين وحدات ومراكز وأطراف المنظومات الإنتاجية، وتوفير المعلومة الصحيحة بدقة عالية وفى وقت مناسب وبسعر ملائم لصانع القرار. فمن الأهمية بمكان رفع درجة الوعى المعلوماتى لدى الهيئات التى تمتلك المعلومات المسموح بتداولها، حتى يصبح أسلوب التعامل مع المعلومات منسقًا مع المفهوم الصحيح الذى يجعل المعلومات مفيدة لطلابها، وذلك بضرورة توافر عدة خصائص لعناصر معينة، يمكن توضيحها على النحو التالى:

**عنصر إتاحة المعلومة:** توفير المعلومة فى توقيت يتناسب مع الاحتياجات الزمنية لها. فالمعلومة التى تتعلق بطبيعة سلعة معينة، تصبح غير مفيدة لطلابها، إذا حصل عليها بعد فترة زمنية طويلة، حيث تكون خريطة السوق قد تغيرت خلالها، فيصبح من الخطر الاعتماد عليها.

**عنصر شمولية المعلومة:** توفير المعلومة بحيث تغطى جميع أوجه النشاط الذى يتعلق بها بقدر الإمكان، وهذا يعنى أن المعلومة يجب أن تكون شاملة دون تفصيل زائد أو إيجاز يخل بمعناها. فالمعلومة التى تتعلق بسلعة معينة تتطلب معرفة حجم الطلب على السلعة للاستهلاك الفردى أو للتعامل التجارى أو



للتحويل التصنيعى، كما تتطلب معرفة مصادر الطلب على مستوى المستوردين والموزعين والمستهلكين.

**عنصر دقة المعلومة:** توفير المعلومة بدرجة عالية من الدقة، وخالية من الأخطاء، وممثلة لواقع الأشياء حتى تعبر عن حقيقة الأمور. فالمعلومة التى تتعلق بسعر سلعة معينة على مدار أزمنة متغيرة، لا تأخذ فى الحسبان درجة جودة السلعة، ومصدر إنتاج السلعة، وتوصيف مواصفات السلعة.

**عنصر تكلفة المعلومة:** توفير المعلومة بسعر مناسب، ويتأتى هذا عن طريق استخدام وسائل تكنولوجيا ووسائل اتصالات متطورة حتى تساعد على توفير المعلومة المناسبة لراغبيها، وبسعر مناسب لطالبيها. فالمعلومة يجب أن تكون مناسبة زمنياً للاستخدام، وبسعر معقول.

يتضح من ذلك أن الإدارة على جميع المستويات يجب أن تعمل على أساس معلومات وليست آراء، وتصل إلى نتائج وليست نشاطات، وتعالج جذوراً وليست مظاهر، وتتبع أساليب علمية وليست مجهودات عشوائية. فتستغل المعلومات المتوافرة فى عملية صنع القرار التى يسودها أحياناً طابع الحدس والعفوية إلى حد " الفهلوة " أحياناً أخرى.

حقاً، لقد غطت تكنولوجيا المعلومات مختلف الأنشطة من الشق اليدوى إلى الشق الذهنى، ومن المهارات الدنيا إلى المهارات العليا، ومن القطاع التصنيعى إلى القطاع الخدمى، ومن النواحي الاجتماعية إلى الأمور البيئية، حتى أصبحت المعلومات فى عصرنا الراهن المصدر الرئيسى للهيمنة الاقتصادية، فأحالت تكنولوجيا المعلومات الاقتصاد العالمى من اقتصاد يحتاج إلى المعلومات، إلى اقتصاد قوامه المعلومات.

لقد أثبتت تكنولوجيا المعلومات قدرة فائقة على زيادة إنتاجية الموارد البشرية والمادية والطبيعية كماً وكيفاً، وتقليل تكلفة الإنتاج بشقيه التصنيعى والخدمى، من خلال تخفيض العمالة ذات الشق اليدوى، واعتماد على العمالة ذات الشق الذهنى، وتوفير المواد الخام والوسيطه، وتقليل الفاقد فى استغلال الطاقة. فقد أصبحت تكنولوجيا المعلومات هى الوسيلة الفعالة لتحقيق الأوتوماتيكية، وأصبحت المعلومات هى حلقة الوصل التى تربط بين احتياجات

السوق، ونشاطات التصميم، وتنظيمات الإنتاج، ومجهودات التوزيع فى منظومة متكاملة، كما ساعدت على زيادة مراقبة ومتابعة الإدارة الحديثة على أداء الإنتاج وضبط الجودة.

ولعبت تكنولوجيا المعلومات دوراً حاسماً فى محاصرة ظاهرة التعتد الذى بات يعترى جميع مظاهر الحياة، نتيجة للتقدم الاقتصادى، وتنوع غايات البشر، وأصبح الجو مهياً لتطبيق أساليب الإدارة العلمية مثل بحوث العمليات (Operations Research)، والتحليل الاقتصادى (Economic Analysis)؛ وكذا توفير وسائل عملية، منها أسلوب المحاكاة (Simulation Approach)، وتحليل النظم (Systems Analysis) للتغلب على ظاهرة التعتد.

وتكنولوجيا المعلومات — التى تعتمد اعتماداً أساسياً على عدد من المحاور مثل تكنولوجيا الحاسبات، وتكنولوجيا الاتصالات، وتكنولوجيا البرمجيات — تؤدى الدور الرئيسى فى إحداث المتغيرات المتلاحقة السريعة المذهلة لهذه المحاور.

ويهدف التطور الرهيب فى تكنولوجيا المعلومات إلى وجوب كون المعلومة متاحة لأى شخص، من أى مكان، وفى أى وقت، وبأى شكل، وتحت أى ظروف. وهذا يتطلب تدشين نظام عالمى جديد يجعل الإنسان فى شتى بقاع الأرض جزءاً من شبكات معلومات، بحيث يصبح بينه وبينها علاقة تكافل وتفاعل مستمر خلال أى نشاط يقوم به.

ويستدعى التوصل إلى هذا المفهوم إحداث تغييرات عميقة فى الآليات والإستراتيجيات التى يتم إدخالها فى تصنيع الأجهزة والبرامج والشبكات، وفى تصميم قواعد البيانات وشبكات المعلومات، لتتناسب مع طبيعة التوجهات المستقبلية. وقد طرح القائمون على تطوير تكنولوجيا الحاسبات والاتصالات والمعلومات أفكارهم ومفاهيمهم وفلسفاتهم على النحو التالى:

■ ترفع شركة MICROSOFT مفهوم شعار النظام العصبى الرقمى كفلسفة للأفراد والمؤسسات والدول فى الحقبة الجديدة.

■ تركز شركة I.B.M على مفهوم كون " الحوسبة " هى الشبكات، وتتعلق من ذلك إلى سلسلة من المبادرات فى عالم الأعمال الإلكترونية، ودعمها بنظم وبرامج وأجهزة.

■ تدعم شركة N.C.R مفهوم "شخصنة" المنتجات والخدمات المقدمة، بدلاً من اتباع أسلوب الإنتاج النمطي المتكرر للسلع والخدمات التي توزع على الجميع دون مراعاة الفروق الشخصية بين كل عميل وآخر.

وقد أدت هذه المفاهيم والأفكار والفلسفات الحديثة إلى حدوث هزة كبيرة في عالم صناعة الحاسبات والاتصالات والمعلومات، من بينها بدء تلاشى الدعم غير المحدود الذي كان يلقاه الحاسب الشخصي طيلة العقدين الماضيين، وظهور أجهزة جديدة أكثر قدرة على تشبيك الإنسان بعالم الشبكات من أى مكان وفى أى وقت وبسهولة أكبر. وقد بدأت الهيئات البحثية والمؤسسات التطبيقية فى مجالات متعددة يمكن سردها على النحو التالى:

■ اتساع نطاق الأبحاث فى شبكات المعلومات، مما سيؤدى إلى إعداد شبكة إنترنت جديدة لها القدرة على نقل حجم كبير من المعلومات بسرعات قد تصل إلى خمسة آلاف ضعف سرعة الإنترنت الحالية.

■ اتساع نطاق النوعيات المتخصصة من الأجهزة، مما سيؤدى إلى ظهور أجهزة صغيرة يمكن من خلالها الدخول على أى شبكة معلومات، دون الحاجة إلى الاستعانة بالحاسب الشخصى.

■ اتساع نطاق التطبيقات البحثية، مما سيؤدى إلى إتاحة الفرصة للدخول إلى شبكة معلومات عبر جهاز التلفزيون المنزلى العادى، فيمكن مشاهدة القنوات العادية، والقنوات الفضائية، والشبكات المعلوماتية.

■ اتساع نطاق التداخل بين الحاسبات والاتصالات والمعلومات، مما سيؤدى إلى ظهور أجهزة مختلطة الوظائف، يشارك فى تصنيعها شركات الحاسبات والاتصالات والبرمجيات، وشركات تصنيع نظم المعلومات، وإنتاج رقائق الذاكرة والمعالجات.

وقد قُدر لى أن أطلع على الجزء الثالث من كتاب "القوى والنفوذ عام ألفين" (Puissances et Influences 2000) الذى شارك فى تأليفه نحو خمسة وعشرين باحثاً بمراكز الأبحاث الإستراتيجية فى أوروبا وأمريكا. ويختص هذا الجزء بأدوات ووسائل النفوذ فى العالم، والتي من ضمنها ثورة المعلومات التى تقود من يملكها فى النهاية إلى السيطرة على العالم والتحكم فيه.

ويشير الكتاب إلى أن ثورة المعلومات تشكل أحد عوامل التغيير فى العالم اليوم، وهو تغيير فى جميع الميادين السياسية والعسكرية والاقتصادية والإدارية. وترتداد هذه الثورة أهمية، بحيث أصبحت أداة حاسمة من أدوات النفوذ، لكونها لا تعرف المسافات البعيدة، ولا التفوق الجغرافى. فالمعلومات تنتقل فى صور مختلفة من أقاصى الدنيا إلى أذنائها فى سرعة رهيبية عن طريق القنوات التلفزيونية والشبكات المعلوماتية، وكذا عن طريق الكمبيوتر المتقل والتليفون المحمول.

ويؤكد الكتاب أن ثورة المعلومات تتميز بكفاءتها الواسعة وقدراتها المذهلة. فالنطور الرهيب الذى حدث فى شبكات المعلومات كالإنترنت جعل بمقدور الحكومات والهيئات والأفراد إرسال رسائل إلى العالم أجمع عن طريق الفضاء بنفس الاعتمادية والفعالية، لأنها ستكون فى خدمة من يعرف استغلالها بذكاء من أجل اتخاذ القرار الرشيد والسريع.

ويلفت الكتاب النظر إلى أن للمعلومات قيمة تجارية، بمعنى أنها قد تكون مصدراً للربح، كالصحف العالمية التى تختار مواقع لها على شبكات الإنترنت، لإمكان الإطلاع عليها مقابل مبلغ من المال يدفع مقدماً؛ أو المؤسسات التجارية التى تقدم معلوماتها مجاناً على الإنترنت، ويتم تمويلها عن طريق الحملات الدعائية والإعلانية.

ويستخلص الكتاب أن ثورة المعلومات هى إحدى أدوات ووسائل السلطة النافذة والمؤثرة، فمن يمتلك المعلومة، ويستفيد منها بذكاء، هو إذن سيد الموقف.

كما قُدر لى أن أطلع على كتاب "العرب وعصر المعلوماتية" للدكتور نبيل على، الذى تناول قضية الأمة العربية إزاء التحديات الجسام التى يطرحها عصر المعلومات. والكتاب غزير المعرفة، به كثير من المعلومات، ومتشعب فى العديد من الاتجاهات.

ويشير الكتاب إلى أنه بالرغم من أن المعلومات هى قضية سياسية اجتماعية ثقافية فى المقام الأول، فإن المتقنين العرب المتخصصين فى الإنسانيات قد نأوا عن الكتابة فى أمورها، معتقدين أنها من اختصاص أهل الحاسبات والاتصالات والإعلام فقط.

ويهدف الكتاب إلى تعريف العرب غير المتخصصين بالعلاقة المجتمعية، والمفاهيم المحورية، والتوجهات الرئيسية، والمحاور الأساسية لتكنولوجيا المعلومات، وذلك بمنأى عن المصطلحات العلمية والتفاصيل الفنية. أما بالنسبة للباحثين والفنيين العرب المتخصصين في مجال المعلومات، فالكتاب هو بمثابة دعوة لهم لتجاوز حدود الجوانب الفنية. فلا يكفي الحديث عن الإمكانيات الهائلة والإنجازات الباهرة لتكنولوجيا المعلومات، وتطور هندسة البرمجيات، وثورة تكنولوجيا الاتصالات، وإجراء بلايين العمليات الحسابية في الثانية الواحدة، وسرعة الحسابات بالنانو ثانية، وسعة الذاكرة بالميجابايت؛ بل إن الأهم من ذلك هو إبراز مغزى كل هذه الأمور والحقائق والتوجهات والتوقعات للاقتصاد والإعلام والتعليم والثقافة واللغة في العالم العربي، وأثرها في العلاقات والصراعات مع النفس ومع الغير، وانعكاساتها مع التراث والفكر والواقع العربي، وما تعنيه هذه التكنولوجيا الساحقة بالنسبة للأجيال العربية الحالية والقادمة.

وتكنولوجيا المعلومات تشمل جزأين رئيسيين: أحدهما يتعلق بالأجهزة (Hardware) وهي تتضمن تكنولوجيا الحاسبات، وتكنولوجيا الاتصالات، وتكنولوجيا التحكم؛ وثانيهما يتعلق بالبرمجة (Software) وهي تتضمن هندسة المعرفة، وهندسة البرمجيات، وصناعة البرمجيات. وتتصهر هذه المكونات في بوتقة واحدة لتنتج ما يعرف بتكنولوجيا المعلومات. لذلك يجدر بنا أن نشير في الفصول القادمة إلى سمات عدة محاور مؤثرة في تكنولوجيا المعلومات مثل تكنولوجيا الحاسبات، وتكنولوجيا الاتصالات، وتكنولوجيا البرمجيات، وكذا التوجهات المتوقعة من هذه المحاور، دون الدخول في تفاصيل فنية.

## الفصل الأول: إستراتيجيات تكنولوجيا الحاسبات

أدت الطفرة المذهلة التي حدثت فى تكنولوجيا الحاسبات إلى تطور سريع فى تكنولوجيا المعلومات من تجهيز وإعداد وتبويب وتخزين واسترجاع. ومتابعة مسار هذه الثورة التكنولوجية يتطلب تقديم وصف مختصر للنموذج الأول لجهاز الحاسب الآلى، وأجيال الكمبيوتر المتتالية.

فالعناصر الرئيسية للنموذج الأصلى لجهاز الكمبيوتر — الذى أقام معماريته الداخلية مهندس الكمبيوتر الأول العالم المجرى " جون فون نيومان " — تشمل وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit, CPU)، ووحدة الذاكرة (Memory Unit)، ووسائل تخزين البيانات (Storage Devices)، وملحقات الإدخال والإخراج (Input/Output Peripherals). فالبيانات تُغذى من خلال وحدات الإدخال مثل لوحة المفاتيح (Key Board)، لتحتل موضعها فى ذاكرة الكمبيوتر التى تحتفظ أيضًا بنسخة من البرنامج المصمم لمعالجة هذه البيانات، فتقوم وحدة المعالجة المركزية بتنفيذ التعليمات الواردة فى البرنامج واحدة تلو الأخرى، وذلك بعد تحويلها إلى ما يقابلها من العمليات المنطقية الأولية، وهى العمليات التى ينفذ كل منها دائرة إلكترونية متخصصة بداخل وحدة المعالجة المركزية، ويتم الاحتفاظ بالنتائج التى توصل إليها البرنامج فى ذاكرة الكمبيوتر تمهيدًا لحفظها على وسائل تخزين البيانات كمرحلة وسيطة، أو نقلها مباشرة إلى وحدات الإخراج مثل شاشة الكمبيوتر (CRT) أو جهاز الطابع (Printer) أو جهاز الراسم (Plotter).

وقبل أن نستعرض فى ذكر المنظور التاريخى لأجيال الحاسبات، يجدر بنا الإشارة إلى الفكرة التى بنى على أساسها الكمبيوتر، فوحدة المعالجة المركزية تعتمد على نظام العد الثنائى الذى ابتكره فيلسوف ألمانى، وهو ذو الأساس 2 الذى يتكون من الصفر والواحد فقط. ويرجع الأصل فى ذلك إلى عبقرية القدامى الذين اخترعوا نظام العد العشرى، ثم توجهوا باكتشافهم لرقم الصفر، فأصبح نظام العد العشرى من صفر إلى تسعة. كما يسهل تحويل العد العشرى إلى أى عدٍّ آخر ثنائيًا كان أو غير ثنائى. فالعد العشرى الذى يتكون من الأرقام (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) يقابله العد الثنائى الذى يتكون من الأعداد (0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001) على التوالى.

وبذلك يمكن استخدام عملية التحويل هذه لتحويل أى عدد عشرينى مهما كانت قيمته إلى المقابل الثنائى. فمثلاً العدد العشري 275 يقابله ثنائياً العدد الثنائى 10.111.101.

ونظام العد الثنائى يمثل الفكرة المحورية لبناء الكمبيوتر، فهذا النظام يمكن تمثيله بعنصر ثنائى الحالة ( $B_1$ -State) سواء أكان فيزيائياً أو عضوياً، أى عنصر يمكن التحكم فيه ليتحول من إحدى حالتيه إلى الحالة المقابلة، إذ يتحول من طور المغنطة إلى طور عدم المغنطة كما فى العناصر الحديدية؛ أو من طور القفل إلى طور الفتح كما فى المفاتيح الكهربائية، أو من طور الوصل إلى طور الفصل كما فى أشباه الموصلات أى الترانزستور؛ أو من طور الانعكاس إلى طور التشبث كما فى الشعاع الضوئى؛ أو من طور التنفس إلى طور التمثيل الضوئى كما فى أنسجة البروتين المتواجدة فى الكائن المائى الصغير للغاية الذى يستوطن المستنقعات شديدة الملوحة.

وقد وضع أحد علماء الرياضيات البريطانيين الأساس النظرى لتحويل العمليات الحسابية والمنطقية التى تطبق على الأعداد الثنائية إلى دوائر كهربائية يتم تكوينها من سلاسل المفاتيح المتوازية والمتلاحقة، وهى دائرة من مفاتيح متلاحقين فى تسلسل تناظر عملية "و" بمعنى "AND" المنطقية، ومفاتيح متوازيين تناظر عملية "أو" بمعنى "OR" المنطقية. وبذلك أصبح عقل الكمبيوتر فى صورة عدد محدود من الدوائر التى تنفذ العمليات الحسابية والمنطقية.

لقد مضى نصف قرن من الزمان منذ ظهور أول كمبيوتر عام 1948، الذى تطور فى عدة نقلات نوعية تمثل أجيال الكمبيوتر، والتى كان الفاصل فيها هو التغير الذى طرأ على العنصر المادى الأساسى (Building Block) المستخدم فى بناء وحدة المعالجة المركزية والذاكرة. ويمكن أن نسرد نبذة عن أجيال الكمبيوتر، وهى على النحو التالى:

**جيل الكمبيوتر الأول (1948).** أُستُخدم فى هذا الجيل الصمام الإلكتروني القادر على تكبير الإشارة الكهربائية، وتوحيد التيار المتردد فى صورة تيار مستمر، ويعمل كعنصر ثنائى الحالة. ويُعدّ هذا الصمام كوحدة البناء الرئيسية لتطوير حاسبات ضخمة تشكل حجماً قياسياً كبيراً، وتزن أطناناً مترية عديدة، وتشغل صالات كبيرة مكيفة، وتستهلك طاقة كهربائية عالية.



**جيل الكمبيوتر الثاني (1958).** حُلَّت في هذا الجيل وحدات الترانزستور (Transistors) محل الصمام الإلكتروني ليصبح الكمبيوتر أصغر في الحجم، وأسرع في الوقت، وأكثر في العمل، وأقل في استهلاك الكهرباء. وقد اكتشف الترانزستور من أشباه الموصلات (Semiconductors)، حيث أثبتت قدرته على القيام بجميع وظائف الصمام الإلكتروني بكفاءة أعلى وتكلفة أقل بكثير.

**جيل الكمبيوتر الثالث (1964).** حُلَّت في هذا الجيل شريحة سيليكون واحدة (Chip) مقام العديد من وحدات الترانزستور والعناصر الإلكترونية الدقيقة الأخرى من المقاومات والمكثفات وغيرها، والتي اندمجت بصورة مكثفة ومتكاملة داخل البنية البلورية للشريحة المذكورة، ولم تفقد هذه العناصر المفردة — باندماجها هذا — استقلاليتها فقط، بل وبُعْدَها الثالث أيضاً، لتتسطح في هيئة دوائر دقيقة من عناصر إلكترونية مكافئة يتم نقشها داخل شريحة السيليكون الرقيقة.

**جيل الكمبيوتر الرابع (1982).** زاد في هذا الجيل كثافة العناصر الإلكترونية التي أمكن دمجها في رقيقة السيليكون والتي سميت بالدوائر المتكاملة (Integrated Circuits). وقد تحقق ذلك بفضل استخدام مواد جديدة، ووسائل مبتكرة، في تصميم وتصنيع هذه العناصر، وضبط جودة إنتاجها.

ويمكن تلخيص حركة التطور المرتقب لتكنولوجيا الحاسبات على المدى القريب في عدد محدود من التوجهات الأساسية المتوقعة، وهي على النحو التالي:

- يتجه التطوير في وحدة المعالجة المركزية والذاكرة نحو مزيد من التصغير (Miniaturization)، باستخدام أنسجة البروتين بدلاً من شرائح السيليكون، أي نحو الأسرع دائماً.

- يتجه التطوير في معمارية منظومة الكمبيوتر نحو استخدام اللامركزية والتوازي بدلاً من المركزية والتلاحق.

- يتجه التطوير في وسائط التخزين نحو استخدام وسائط التخزين الضوئية (Optical Media) بدلاً من وسائط التخزين المغناطيسية (Magnetic Media).

- يتجه التطوير في وسائل الإدخال والإخراج نحو استخدام المنطوق والمسموع واللمس بدلاً من المكتوب والمطبوع والمرسوم.

لقد حدث تطور مذهل فى صناعة الحاسبات والإلكترونيات، أمكن بمقتضاها دمج شريحتى المعالج والذاكرة داخل شريحة واحدة بحجم وتكلفة أقل، وبطريقة ترفع قدرات خلايا الذاكرة المؤقتة بالحاسبات أربعة أضعاف، وقدراتها فى الأداء ثمانية أضعاف. وقد وصف هذا التطور بأنه يضع البشرية على بداية مرحلة جديدة من تصغير أجهزة الإلكترونيات والحاسبات فى حجمها وأوزانها وأسعارها، مما سيؤدى إلى استهلاك أقل فى المواد الأولية المستخدمة فى التصنيع، واستهلاك أقل فى الطاقة الكهربائية داخل هذه الأجهزة فيقلل الحاجة إلى التبريد، وكفاءة أعلى فى التشغيل، وبالتالي سيؤدى إلى انخفاض أسعار هذه الأجهزة.

ويحضرنى فى هذا المقام، أنه خلال إقامتى فى الولايات المتحدة الأمريكية، حضرت مؤتمراً عن المعلومات فى بتسبرج عام 1964. والمعلومات فى ذلك الوقت كانت تعنى الوثائق والمكتبات. وتصادف أن عرضت شركة I.B.M. فيلماً وثائقياً بعنوان " عشرة آلاف يوم "، ومدته نصف ساعة، قدم لنا فى الخمس عشرة دقيقة الأولى ما وصلنا إليه من إنجازات فى مجال تطبيقات الحاسبات خلال الثلاثين عاماً الماضية، أى منذ عام 1934، فلم نصدق ما وصلنا إليه فى هذا المجال؛ ثم عرض علينا فى الخمس عشرة دقيقة الأخرى ما نتوقع أن نصل إليه خلال الثلاثين عاماً المقبلة، أى حتى عام 1994، فصدقنا كل هذه التصورات والابتكارات المذهلة التى لم نكن نصدقها لولا أن شاهدنا إنجازات الفترة السابقة. وعندما أتذكر اليوم ما شاهدته فى الجزء الثانى من هذا الفيلم، وما وصلنا إليه من معجزات حتى هذا العام، أجد أن التوقعات المستقبلية التى جاءت فى الفيلم قد لا تزيد على عشر ما وصلنا إليه حالياً.

## الفصل الثانى: إستراتيجيات تكنولوجيا الاتصالات

أدت الطفرة المذهلة التى حدثت فى تكنولوجيا الاتصالات إلى تطور سريع فى تكنولوجيا المعلومات من إنتاج ونقل وتوزيع ومعالجة وتحليل واستغلال. وقد بدأ استخدام الاتصالات منذ الثلاثينيات، واتسع هذا الاستخدام مع تطور منظومات الشبكات عبر الكابلات الأرضية، والكوابل البحرية، والألياف الضوئية، والأشعة الميكرويفية، والأقمار الصناعية، حتى وصل الأمر إلى الحد الذى توقع معه البعض حدوث أزمة مروية للأقمار الصناعية التى تراجعت فى ارتفاعها الثابت بالنسبة للأرض بصورة يخشى معها تدخل موجات إرسالها.

لقد حدث ترابط وتزاوج بين تكنولوجيا الاتصالات وتكنولوجيا الحاسبات منذ السبعينيات. ومع تطور الاتصالات من النظام التماثل إلى النظام الرقمى، اتسع مجال الاتصالات ليشمل تكنولوجيا الحاسبات، وتكنولوجيا البرمجيات. ومع تطور تكنولوجيا الوسائط المتعددة (Multimedia)، أصبح من الممكن التعامل مع إشارات الصوت والمعطيات والنص والصور الساكنة والمتحركة. فقد حررت تكنولوجيا الاتصالات الإنسان تدريجياً من قيود المكان، بل وتوسعت دائرة وجوده ليبدو وكأنه موجود فى أكثر من مكان فى الوقت ذاته. وإذا كان هذا هو الواقع اليوم، فهل يمكن أن نتخيل ما يمكن أن يؤدي إليه الاندماج المثير بين تكنولوجيا الحاسبات وتكنولوجيا الاتصالات لخدمة المعلوماتية على المدى القريب والبعيد.

واخترقت الحاسبات موضع القلب من منظومة الاتصالات، وتم تحويل السنترالات الكهروميكانيكية إلى سنترالات رقمية، إذ أثبتت الحاسبات قدرة فائقة ومرونة هائلة فى تحويل الرسائل. فالحاسبات تدين لتكنولوجيا الاتصالات بدورها الخطير الذى تؤديه حالياً على مستوى العالم، والذى تشير جميع الدلائل إلى تعاظمه فى المستقبل. كما أن تكنولوجيا الاتصالات تدين للحاسبات الآلية والإلكترونيات الدقيقة بارتقائها التكنولوجى. لقد حررت الاتصالات الحاسبات من الصالات المكيفة لتخرج بها إلى الأماكن الخارجية، تنشر خدماتها عبر القارات المترامية والفضاء الخارجى. وأصبحت تكنولوجيا المعلومات هى التى توصل المراكز بالفروع، وتقيم حلقات الوصل بين حاسب وآخر وبين مستخدم وآخر. إنها وسيلة كسر حواجز الزمان والمكان.

ويمكن إرجاع الدور المهم الذي تؤديه تكنولوجيا الاتصالات في المجتمع الحديث إلى عدة عوامل رئيسية يمكن تلخيصها فيما يلي: تحول الاقتصاد إلى العالمية، وسرعة تبادل المعلومات بين مختلف مواقع العمل، وتفتت الإعلام الجماهيري بدلاً من البث المشاع، واعتماد عملية اتخاذ القرار على المعلومات المتوافرة داخل وخارج المنشأة، واستغناء عن الأفراد بالاتصالات الهاتفية والفاكسات وغيرها، وانتشار المنظومات الأوتوماتيكية، وتحول تصميم منظومات الحاسبات من المركزية إلى اللامركزية، واتجاه متزايد نحو المشاركة في موارد المعلومات، وتوسع في تقديم خدمات المعلومات إلى المنازل.

ويمكن تلخيص التوجهات الرئيسية المتوقعة لتكنولوجيا الاتصالات في عدة محاور، أهمها ما هو على النحو التالي:

- يتجه التطوير نحو نقل البيانات رقمياً، بدلاً عن نقل الصوت، أي بالإشارة الصوتية المستمرة.
- يتجه التطوير نحو خفض في الأسعار دائماً، ومن ثم دوائر اتصال أرخص، ومعدات إرسال واستقبال أرخص، ومحطات أرضية أرخص، ودوائر أقمار صناعية أرخص.
- يتجه التطوير نحو نقل الإشارة الهاتفية عن طريق تيار الفوتون عبر الألياف الضوئية، بدلاً عن طريق تيار الإلكترون عبر الأسلاك النحاسية.
- يتجه التطوير نحو استحداث أسلوب تحويل حزم الرسائل، بدلاً عن تحويل الدوائر.
- يتجه التطوير نحو بث المعلومات على أساس الطور التجاوبي، بدلاً عن الطور السلبى حيث تنتقل المعلومات في اتجاه واحد.
- يتجه التطوير نحو الاتصال من خلال التليفون المحمول، بدلاً عن التليفون الثابت.
- يتجه التطوير نحو استخدام شفرة متعددة اللغات، بدلاً عن الشفرة التي تناسب مطالب اللغة الإنجليزية.

## الفصل الثالث: إستراتيجيات تكنولوجيا البرمجيات

أدت الطفرة المذهلة التي حدثت فى تكنولوجيا البرمجيات إلى تطور سريع فى تكنولوجيا المعلومات من مرونة وسرعة ودقة. فبعد سلسلة من التجارب الفاشلة فى تطوير البرمجيات على اختلاف مجالاتها، ودرجة تعقدها، ومع تعاظم دور البرمجيات فى منظومات المعلوماتية، أيقن الجميع أن عملية تطوير البرمجيات أعقد من أن تترك لمحاولات الهواة من مخططى البرامج ومحلى النظم. ومع زيادة اعتماد المؤسسات على نظم المعلومات، لزم إخضاع عملية تطوير البرمجيات للمنهجية الهندسية والعلمية الدقيقة، فخرجت إلى الوجود هندسة البرمجيات بهدف وضع أسس ومعايير دقيقة لمهام التنفيذ والإشراف الخاصة بجميع مراحل تطوير البرمجيات.

وتستخدم البرمجيات فى تشغيل الحاسبات، وهى عبارة عن مجموعتين، كل منهما تأخذ طابعاً مميزاً، وهما: برامج التشغيل التى ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمكونات أجهزة الحاسب الصماء؛ وبرامج التطبيق التى بدورها تتضمن البرمجة ذات المستوى الأدنى مثل أجهزة التحكم والأنظمة المدمجة، والبرمجة ذات المستوى الأعلى مثل النظم الإدارية والتصميمية.

وقد أدت عدّة دوافع إلى تعقد عملية تطور البرمجيات، مما شجّع على ظهور الحاجة لهندستها، وهى: تعامل نظم المعلوماتية مع مستويات الإدارة العليا، ومع مستويات التشغيل الدنيا، فتفاوتت دورها أو مستوى مهارتها؛ وتعدد التطبيقات بالرغم من دوام الرغبة فى توسيع وتعميق خدمات الحاسب؛ وقابلية البرمجيات للصيانة، أى سهولة إدخال التعديلات والتحسينات عليها؛ وضرورة وجود إدارة حازمة لتطوير البرمجيات، ودخول تطبيقات المعلومات فى مجالات جديدة كالإنسانيات.

ونحتاج صناعة البرمجيات بطبيعتها إلى الكوادر البشرية المؤهلة تأهيلاً تقنياً فى البرمجيات، والمؤسسات التنافسية المختصة بالبرمجيات، والاستخدام الأمثل للتقنيات الحديثة فى مجال البرمجيات. وقد مرت تكنولوجيا البرمجيات بتجارب عالمية، وقطعت شوطاً طويلاً فى تصنيع البرمجيات وتطويرها، حتى أصبحت هذه الصناعة مستقرة، تؤدى دورها الإيجابى فى دعم الدخل القومى. وتوجد عدّة نماذج عالمية فى صناعة البرمجيات منها التجربة الهندية، واليابانية، والإسرائيلية، والأوربية.

أما في مصر، فقد بدأت تجربة كتابة البرامج بلغات الحاسب المختلفة خلال الستينيات، عندما كانت الحاسبات ذات أحجام كبيرة وقدرات محدودة. وقد ارتبط تخطيط البرامج بشركات إنتاج الحاسبات. ومع ظهور الحاسبات الشخصية وانتشارها في مصر، وتطور أساليب حديثة للبرمجة، أنشئت عدّة معاهد لتدريب الخريجين المتميزين على تكنولوجيا البرمجيات، وتطوير المنظومات، وتوسيعات التطبيقات.

وفي تقرير اللجنة المنبثقة من اللجنة القومية للمعلوماتية، ذكرت الوضع الحالي لصناعة البرمجيات في مصر، وهي أن الشركات العاملة في هذا المجال ذات أحجام صغيرة وإمكانات محدودة؛ وتركز على التطبيقات التقليدية المالية أو الإدارية؛ وتستخدم طرقاً تقليدية في تخطيط البرامج؛ وتعاني من تسرب الكوادر الفنية بعد تأهيلها؛ وتفتقر إلى الخبرة في تصدير البرمجيات؛ ويصعب عليها المنافسة عالمياً نظراً لضعف هياكلها وكوادرها.

هذا بالإضافة إلى عدم توافر دراسة علمية جادة عن احتياجات السوق المحلية للبرمجيات؛ وعدم تواجد تصور واضح عن القدرة التنافسية في الأسواق العالمية في مجال صناعة البرمجيات؛ وعدم توافر خطة إستراتيجية واضحة لصناعة البرمجيات في مصر.

ويمكن تلخيص التوجهات الرئيسية المتوقعة لتكنولوجيا البرمجيات في عدّة محاور، أهمها على النحو التالي:

■ يتجه التطوير نحو ضبط درجة النضج المنهجي في إدارة وتنفيذ المشروع المعلوماتي.

■ يتجه التطوير نحو استعادة المستخدم مكانته كمشارك لا كمتلق في جميع مراحل تطوير البرمجيات بصفة عامة، ومرحلة تحديد الاحتياجات بصفة خاصة، حيث يتوقف عليها مصير المنظومة كلها.

■ يتجه التطوير إلى ظهور الحاجة إلى إحداث تغييرات جذرية في أساليب العمل للتنسيق مع مطالب الحاسبات.

## الباب الثانى

# فلسفة هندسة الإدارة

- الفصل الأول : إنجازات منهجية الإدارات .
- الفصل الثانى : إنجازات بحوث العمليات .
- الفصل الثالث : إنجازات نمذجة المنظومات .





## الباب الثانى

# فلسفة هندسة الإدارة

هندسة الإدارة ما هى إلا تطبيق ابتكارى للعلوم الرياضية والطبيعية والإنسانية، واستخدام أمثل للمعارف النوعية والمهارات التخصصية، التى تمكن من التصميم الهندسى، والتصنيع التكنولوجى، والتنظيم الإدارى لمنظومات إنتاجية متكاملة - سواء أكانت تصنيعية أم خدمية - تتضمن المدخلات والتحويلات والمخرجات، وذلك للحصول على سلعة منتجة أو خدمة مقدمة، بمواصفات قياسية محدّدة لتكون سهلة فى الاستعمال، وبأساليب تكنولوجية ممكنة لتكون بسيطة فى التصنيع، وبجودة ذات مستوى عال من الدقة لتناسب المستخدم، وبكميات تتلاءم مع متطلبات السوق الفعلية، وفى وقت مناسب لاحتياجات المستهلك، وبأقل تكلفة متوقعة يتقبلها المشتري.

وينضح من هذا التعريف أن المنظومة الإنتاجية المتكاملة تتطلب بُعْدًا تصميميًا، وبُعْدًا تكنولوجيًا، وبُعْدًا تنظيميًا.

فالبُعد التصميمى يحتاج إلى تطبيق العلوم الطبيعية، والأساسيات الهندسية، والمعارف الإنسانية فى تصميم السلع أو المعدات أو العدد، على أن تراعى فى ذلك العوامل الهندسية، والمعايير الاقتصادية، والاحتياجات الإنسانية، حتى يكون المنتج قابلاً للاستعمال، منخفضاً فى التكاليف، منافساً لنظيره، سهلاً فى الصيانة.

أما البُعد التكنولوجى فهو يحتاج إلى استخدام مجموعة من المعارف والمهارات التى تتضمن نظريات وأساليب وتكنولوجيات التصنيع بما فيها من عمليات تشغيل أو تشكيل، حتى يسهل اختيار أمثل العمليات الإنتاجية وتسلسلها، وأمثل المعدات والمثبتات والمحددات والعدد والإسطمبات لتصنيعها.

والبُعد التنظيمى يحتاج إلى استيعاب كامل للإدارة العلمية، والعلوم الإنسانية، والمهارات الشخصية، والإحساسات الداخلية، لتنظيم منظومة إنتاجية على

المستوى الكلى والجزئى، وذلك بالتخطيط السليم لسياسات المنظومة، والتنبؤ بالمستقبل لسلوك المنظومة، والتحليل المنطقى لاقتصاديات المنظومة، والمراقبة الفعالة لعمليات المنظومة.

وسنتناول فى هذا الباب فلسفة المؤلف فى هندسة الإدارة موضحين منهجية الإدارات، وبحوث العمليات، ونمذجة المنظومات، ثم نذيل كل فصل من فصول هذا الإدارات بتواريخ وأحداث وإنجازات كل منها.

## الفصل الأول: إنجازات منهجية الإدارات

منهجية الإدارات ما هي إلا عملية ذات طبيعة تكرارية يتم من خلالها التوصل إلى نظريات تمثل واقع منظومات التشغيل، بغية تحقيق أقصى فعالية ممكنة، ودعم عملية صنع القرار. وإذا نظرنا إلى مدى تقدم التكنولوجيا الذاتية في منظومات التشغيل بمختلف الدول النامية، نجد أنها تعاني من ضмор في البنية الإنتاجية، وذلك للسلوك غير الواعي في مختلف القطاعات الاقتصادية والصناعية والزراعية والتجارية والمالية والاجتماعية، والاعتماد على الإطار التقليدي في التنمية. وهذا ناتج عن قصور في المعرفة للمنظومات الإنتاجية المتكاملة ووظائفها الرئيسية ومهامها الفرعية من تصميم وتصنيع وتنظيم، وكذا مقوماتها الأساسية وعناصرها المهمة من مواد ومعدات وعمالة؛ واقتصار الصناعات على تجميع المكونات، وسطحية الخبرة في التصنيع المتكامل دون التعمق في العمليات الإنتاجية من تشغيل وتشكيل وضعف القدرة الابتكارية، مما يؤدي إلى محدودية التغيير والتجديد. لذلك تواجه المؤسسات الإنتاجية الوطنية تحديات كبيرة مثل عدم الالتزام بمعايير المواصفات القياسية للمنتجات، وعدم التمسك بأساليب تأكيد الجودة، مما أدى إلى عزوف المستهلك عن المنتجات المحلية، وضعف القدرات التنافسية.

ويعتمد نجاح المؤسسات الإنتاجية، سواء كانت تصنيعية أو خدمية، على خبرة وحكمة الإدارة على مختلف المستويات الإدارية. ولما كانت التكنولوجيا الحديثة تؤدي دوراً مهماً في جميع منظومات التشغيل بهذه المؤسسات، فقد أدى استحداث تقنيات جديدة — من منظومات تصنيع مرنة (Flexible Manufacturing Systems)، وإدخال أجهزة روبوت (Robots) في عمليات التصنيع الروتينية المتكررة، وتقديم معدات تصنيعية مزودة بوحدات منطقية (Logic Units)، وخطوط إنتاج كمى (Mass Production Assembly-Lines) مزودة بدوائر إلكترونية لتلقى تعليمات معينة وتخزينها وتنفيذها بناء على أوامر مبرمجة — إلى إحداث ثورة فكرية في إدارة المؤسسات الإنتاجية. وأصبحت خصائص المنظومة القادرة على إنتاج كمى من السلع أو الخدمات، وخصائص الموارد الموزعة بكفاءة عالية في إطار هذه المنظومة، وخصائص الأساليب الحديثة للتصميمات والعمليات الإنتاجية المناسبة — تمثل الرؤية المستقبلية لهندسة وعلمية الإدارة.

## منهجية هندسة الإدارة :

هناك فرق شاسع بين إدارة الهندسة ( Management Engineering ) وهندسة الإدارة، (Engineering Management)، إذ إن إدارة الهندسة ترمز إلى الإدارات أو الأقسام الهندسية، كإدارة أو قسم التصميم، وإدارة أو قسم الإنتاج، وإدارة أو قسم الصيانة، وذلك لمزاولة النشاط الإداري في هذه الإدارات أو الأقسام. ويراعى في ذلك النظر إلى الإدارة أو القسم كمنظومة متكاملة ومستمرة ومتزايدة، لا يتعارض فيها الجزء مع الكل، وعلى أن الخلل في أى جانب منها أو منه يتداعى له سائر الجوانب من مدخلات وعمليات تحويل ومخرجات. وهذا يعنى ضرورة الاهتمام بالجزء والكل معاً في ظل نظام معلومات فعال وكفاء. لذلك فإن الإدارة تزاوّل وظائفها من تخطيط وتنظيم وتحليل ومراقبة. أما هندسة الإدارة فهي تطبيق الأسلوب الهندسي في إدارة المؤسسات الإنتاجية، ومعالجة المشكلات الإدارية، وصنع القرارات التنفيذية.

وتختص هندسة الإدارة في أول عهدها بالمشكلات اليومية التي قد تحدث في المؤسسات الإنتاجية، حيث كانت معظم عمليات التشغيل والتشكيل تجري يدوياً أو بالاستعانة بماكينات بدائية. ولما كان التركيز على تعظيم الربحية في المؤسسات الإنتاجية، اقتصرت الهندسة الإدارية بمحاولة تخفيض عناصر التكلفة في جميع مراحل التصنيع والتغليف والتخزين والنقل، أو زيادة حجم الإنتاج بنفس التكلفة الإجمالية. وقد استخدمت في ذلك أساليب تقليدية أو كلاسيكية (Classical Techniques) لمعالجة مشكلات الإدارة الوسطى (Middle Management)، أى على المستوى الميكرو (Micro-Level Problems). ونسرد مجموعة من هذه الأساليب على سبيل المثال وليس الحصر، وهي على النحو التالي :

- هندسة الموقع ( Plant Location ).
- تخطيط المصانع ( Plant Layout ).
- هندسة المنتج ( Product Engineering ).
- هندسة التصنيع ( Manufacturing Engineering ).
- تقويم الوظائف ( Job Evaluation ).
- نظم الأجور والحوافز ( Wage & Incentive Systems ).
- دراسة وقياس العمل ( Work Study & Measurement ).

- اقتصاد هندسى (Engineering Economy).
- مراقبة العمليات (Process Control).
- مراقبة الإنتاج (Production Control).
- مراقبة الجودة (Quality Control).
- مراقبة المخزون (Inventory Control).
- تكنولوجيا التغليف (Packaging Technology).
- مناولة المواد (Materials Handling).
- نظم تكلفة صناعية (Industrial Costing Systems).
- علاقات صناعية (Industrial Relations).
- هندسة التقويم (Value Engineering).

ونظرًا لتطبيق هذه الأساليب فى المصانع الإنتاجية خلال عصر الثورة الصناعية، فقد عرفت بالهندسة الصناعية، وأنشئ فى الولايات المتحدة الأمريكية المعهد الأمريكى للمهندسين الصناعيين (The American Institute for Industrial Engineers) خلال الأربعينيات. وبمرور الوقت توسعت التطبيقات وشملت المؤسسات الخدمية أيضًا.

وقد أدى كبر حجم المؤسسات الإنتاجية، وتعقد نشاطاتها، وتطور تكنولوجياتها، إلى ابتكار عدة أساليب حديثة (Modern Techniques) لمعالجة مشكلات الإدارة العليا (Top Management)، أى على المستوى المكرو (Macro-Level Problems)، مثل مشكلات الاستثمار المالى، والتسويق السلى، والقدرات التنافسية، فساهمت العلوم الرياضية والطبيعية والإنسانية فى ابتكار أساليب كمية وكيفية مثل هندسة المنظومات المتكاملة، ومنهجية الهندسة الإدارية، ومنهجية الإدارة العلمية، ومنهجية النمذجة الرياضية. وقد أدى تطور قدرات الحاسبات والاتصالات دوراً رئيسياً ومهماً فى تطور وانتشار دراسات هندسة الإدارة، كما أصبحت تكنولوجيا المعلومات لها دور حاسم فى إدارة المنظومات الإنتاجية.

وقد جرت محاولات عديدة خلال السنوات الماضية لتغيير اسم الهندسة الصناعية (Industrial Engineering) إلى الهندسة الإدارية (Management Engineering) ما دامت الأساليب المبتكرة والمطورة تطبق فى جميع مجالات

المنظومات التصنيعية أمثال المصانع والمعامل والورش، والمنظومات الخدمية أمثال المستشفيات والمدارس والبنوك. ولكن هذه المحاولات باءت بالفشل بحجة أن اسم " الهندسة الصناعية " أصبح مشهوراً، ولا داعى لتغييره.

ومما هو جدير بالذكر، أن المهندس الصناعى له شخصية مميزة عن باقى المهندسين ذوى التخصصات الأخرى. فالمهندس الميكانيكى يقوم بتصميم وتطوير وتشغيل المعدات والمحركات الميكانيكية، والمهندس الكهربائى يقوم بتصميم وتطوير وتشغيل الآلات والمحطات الكهربائية، والمهندس المدنى يقوم بتصميم وتنفيذ المباني والكبارى الإنشائية. أما المهندس الصناعى فهو يقوم بتصميم أو تحسين وتنفيذ منظومات إنتاجية متكاملة، سواء كانت تصنيعية أو خدمية، من مواد ومعدات وعمالة وغيرها؛ كما يقوم بالتحليل الهندسى لتوصيف وتنبؤ وتقييم النتائج التى يمكن الحصول عليها من هذه المنظومات. ففى حين أن المهندسين غير الصناعيين يتعاملون مع العناصر المادية، فإن المهندس الصناعى يتعامل مع مختلف المدخلات من عناصر مادية وبشرية ذات مقومات مناسبة، محاولاً تصميم توليفة من هذه المدخلات، بحيث تكون مفيدة فنياً، وملائمة مادياً، ومتوافقة إنسانياً، وذلك للحصول على مخرجات معينة ذات قيم مضافة عالية .

وفى محاضراتى، فإننى أشبه المهندس الصناعى بربة البيت. فإذا فرضنا أن زوجاً لامرأتين - "معاذ الله تعالى" - يراعى الشريعة ويعدل بينهما فى المسكن والملبس والمأكل وغيرها!! ثم طلب يوماً من كل منهما تحضير عشاء فاخر مكون من أصناف معينة يقدّم لعدد محدود من الضيوف فى وقت معين. وذهب إلى السوق ليشتري جميع المقومات أو المدخلات المطلوبة من لحوم وطيور وخضراوات وأرز ومكرونة وبصل وثوم وصلصة وملح وفلفل وبهارات وغيرها بنفس النوعية والكمية والجودة. ستعامل كل سيدة مع هذه المدخلات المتشابهة فى مطبخ مشابه وبنفس الأجهزة، وذلك لإجراء عمليات تحويل المدخلات إلى مخرجات، أى طبخ الطعام لإخراج الأصناف المطلوبة. ولما كانت كل سيدة بكل خبرتها وذوقها وحماستها وحبها لهؤلاء الضيوف هى أحد هذه المدخلات التى تؤثر على عمليات التحويل، فنحن نتوقع أن المخرجات، أى الطعام المقدم من السيدتين سيختلف فى الطعم والنكهة والشكل حسب خبرة وذوق

كل سيدة، لأن " نَفَس الست " !! هو العامل الإنساني الذى يتعامل معه المهندس الصناعى مع بقية المدخلات فى هذه المنظومة النسائية.

ومن السهولة التعرف على مجريات الأحداث التى أدت إلى ظهور تطبيقات أساليب هندسة الإدارة، إذ يمكن اقتفاء أثر بعض الرواد الذين أثروا نظريات وأساليب عمليات تنظيم وتحليل منظومات المؤسسات الإنتاجية وبخاصة التصنيعية، وذلك على النحو التالى:

■ فى عام 1776 قام Adam Smith بأول تحليل للمنظومات الإنتاجية. فقد توصل إلى تجزئة العمل لتنمية مهارة العامل عندما تتكرر عملية منفردة، وكذا توفير الوقت الذى يُفقد عادة عند تغيير نشاط ما إلى نشاط آخر، بحيث يتم تخصيص مجهودات العمال فى عمليات مجزأة محدودة. وقد تبعه كثيرون من العلماء والباحثين فى تكملة الدراسات عن تجزئة العمل على وحدات إنتاج السلع، وخطوط تجميع المنتجات.

■ فى عام 1832 نادى Charles Babbage بتخصص العمال حتى أصبح أسلوباً قوياً فى الصناعة، كما تتبأ بكثير من أساليب هندسة الإدارة الحديثة. وقد ألف كتاباً تحت عنوان " اقتصاديات الماكينات والصناعة "، وضع فيه فلسفته.

● فى عام 1890 أرسى Fredrick Taylor — الأب الروحى لبحوث تنمية المنظومات الإنتاجية — قواعد تطبيق الأسلوب الهندسى فى جميع مشكلات ووظائف الإدارة. وقد ركز فلسفته على أربع واجبات إدارية هى: خلق علم لكل عنصر من عناصر العمل ليحل محل الطرق التقليدية؛ وتطبيق العلم فى اختيار وتدريب وتنمية العمال بدلا من ترك العامل يختار الأعمال التى يقوم بها ويدرب نفسه عليها بقدر الإمكان؛ وخلق روح جديدة للتعاون بين الإدارة والعامل للتأكد من تنفيذ العمل طبقا للإجراءات العلمية ٥ وتوزيع العمل بين الإدارة والعمال، بحيث تقوم كل مجموعة بالعمل المؤهل لها، بدلا من وقوع مسئولية العمل على العامل فقط. وقد أدت هذه الأسس العلمية إلى تفكير جديد فى صياغة المنظومات الإنتاجية، وتحليل مدخلاتها وعمليات تحويلها ومخرجاتها.

● فى عام 1910 قام Frank & Lillian Gilbreth بدراسة فلسفة الإدارة العلمية والعلاقات الصناعية بين العمال والإدارة، حيث قدم فرانك وزوجته ليليان

أحسن وأبسط طريقة لأداء العمل، بعد ملاحظة عمال البناء فى بناء حائط بالطوب، مما أدى إلى زيادة حجم البناء ثلاث مرات، فقاما بدراسة اقتصادية الحركة بهدف تقليل الحركات، وبالتالي زيادة حجم الإنتاج فى نفس الفترة، وأوصيا بخطة ذات ثلاث مواقع للترقية، وقدموا ورقة بحثية قيمة عن مشكلات الأفراد والتوظيف فى الإدارة الصناعية.

• فى عام 1913 قام Carl Barth بدراسة وقياس العمل، وصمم عدة مساطر حاسبة لاستخدامها فى حسابات التصنيع بالورش بأسلوب سهل.

■ فى عام 1913 صمم Henry Gantt خريطة تساعد فى تحميل وجدولة الأعمال على الماكينات، وقد اشتهرت خريطة "جانت" هذه فى مراقبة الإنتاج لجدولة المنظومات الإنتاجية.

■ فى عام 1913 قام Henry Ford بتصميم خطوط إنتاجية متوازنة لتجميع مكونات السيارات.

■ فى عام 1913 كان Harrington Emerson أول باحث قام بتصميم وتطوير نظام تكلفة معيارية، واستخدام هذا النظام فى حساب تكلفة العمليات التشغيلية والتشكيلية، مركزا على تحسين كفاءة العمليات فى المنظومات الإنتاجية.

فنحن مدينون لكل هؤلاء العلماء التطبيقيين والمهندسين التنفيذيين، لأنهم ساهموا فى عمليات دراسة وتحليل وتوقيت العمل، وأرسوا قواعد تطبيق الأسلوب الهندسى فى جميع مشكلات ووظائف الإدارة، مما أدى إلى خفض محسوس فى تكلفة الإنتاج، وتحسين ملحوظ فى مستوى جودة المنتجات.

## منهجية علمية الإدارة:

هناك فرق شاسع بين الإدارة التقليدية (Traditional Management)، والإدارة العلمية (Scientific Management)، إذ إن الإدارة التقليدية ما هى إلا فكر إنسانى يعتمد على تركيز الإدارة على العلاقات الإنسانية والسلوك التنظيمى لقيادة مختلف أنشطة المؤسسة، كما يعتمد صنع القرار على الحدس الشخصى، والتخمين الفردى. أما الإدارة العلمية فما هى إلا فكر منظومى يعتمد على تركيز الإدارة على طبيعة أنشطة المنظومة المتكاملة، وتحديد العلاقة والتعاون بين



مكوناتها، وفي ذلك تستخدم قواعد البيانات والمعلومات، وأساليب الرياضيات والإحصاء لصنع القرار. وهذا لا يعنى بالضرورة الابتعاد عن الأحاسيس الداخلية والحدس الشخصى لصانع القرار.

والمؤسسات الإنتاجية تواجه تحديات ومتغيرات عصر التطور التكنولوجى السريع فى الاتصالات والحاسبات والمعلومات التى أصبح لها دور حاسم فى الإدارة. لذلك فهى تتطلب برنامجًا طموحًا شاملاً عدّة عناصر أهمها ما هو على النحو التالى:

- استيعاب التكنولوجيا المناسبة، وتطويرها على مستوى المؤسسة، حتى يمكن مواجهة التحديات والمتغيرات.

- تنمية القوى البشرية لنصبح ذات معرفة علمية، وخبرة عملية تتوافق مع المتغيرات المستقبلية.

- تطبيق منهج علمى لتخفيض عناصر تكلفة التشغيل والإدارة، مع ضمان حودة السلعة المنتجة أو الخدمة المقدمة بالسعر المناسب للمستهلك.

- وضع إستراتيجية تسويقية علمية تضمن متطلبات وأذواق المستهلكين بمواصفات وجودة وسعر منافس.

ومسئولية الإدارة فى مواجهة التحديات والمتغيرات تتمثل فى وظائفها ومهامها الرئيسية التى من أهمها ما هو على النحو التالى:

- وظيفة التخطيط وهى تتعلق بتحقيق الأهداف والسياسات والبرامج.

- وظيفة التنظيم وهى تتعلق بتحديد الاختصاصات والاتصالات لتحقيق الأهداف.

- وظيفة التحليل وهى تتعلق بتقويم العمليات المساعدة المتداخلة .

- وظيفة المراقبة وهى تتعلق بتحقيق الأهداف بكفاءة وفعالية على المستوى

الكلى والجزئى، وبها تكمل دورة العملية الإدارية كمجموعة تعتمد على المعلومات المرتدة الدقيقة.

ولكى تستطيع الإدارة القيام بوظائفها ومهامها، وتتصرف التصرف الإدارى الملائم وفى الوقت المناسب إزاء المتغيرات، سواء كان فى المدخلات أو التحويلات أو المخرجات، والتى تحكمها ظروف البيئة المحيطة داخليًا وخارجيًا، فإنه من الضرورى التسلح بالعلوم والفنون الإدارية، بالإضافة إلى المهارات الفنية، والإنسانية، والإدارية.

ومن العسير تحديد تاريخ بداية تطبيق أساليب الإدارة العلمية، وتحليل عناصر النظم الإنتاجية، واستخدام طرق المعالجة الرياضية. ولكنه يمكن اقتفاء أثر بعض الرواد الذين استخدموا الأساليب العلمية في معالجة بعض المشكلات الواقعية، وذلك على النحو التالي:

- في القرن السادس الميلادي، أي القرن الأول الهجري، اخترق القائد خالد ابن الوليد صحراء الشام لمفاجأة الروم في أقصر وقت ممكن، حيث كان الروم ينتظرونه متوقعين قدومه من الطريق المعتاد.
- في القرن التاسع الميلادي، أي القرن الرابع الهجري، قام العالم الخوارزمي بدور بارز في وضع أسس منهج الرياضيات وتطويره، مما حدا بإطلاق مصطلح " الخوارزميات " على الأسلوب العلمي لمعالجة المشكلات.
- في عام 1914 درس Lanchester مدى تفوق مقدرة الإنسان وفعالية السلاح الذي يملكه.
- في عام 1915 قدم F.W. Harris أول نموذج رياضي لأمثل كمية اقتصادية.
- في عام 1917 قدم Erlang تطبيقاً لنظرية صفوف الانتظار في منظومات التليفونات.
- في عام 1920 درس Edison مناورات السفن خلال الحرب العالمية الأولى.
- في عام 1930 كان Walter Shewhart أول باحث يستخدم الإحصاء الرياضي في مراقبة الجودة.
- في عام 1933 درس Elton Mago إمكانية تطبيق العوامل السلوكية في الإدارة.
- في عام 1935 استخدم L.H.C. Tippett العينات العشوائية في مراقبة الجودة.
- في عام 1946 قام Morse & Kimball بدراسة البيئة، والظروف المحيطة، والعلاقات التي تقوم مع مستخدمى النتائج التي يستخلصها.
- في عام 1947 قدم G. Dantizg نموذجاً رياضياً يعرف بالبرمجة الخطية للتوزيع الأمثل للموارد على مختلف الأنشطة، والذي طبق في كثير من المؤسسات الإنتاجية، وخاصة شركات البترول.
- في عام 1954 درس Edie معدلات التباطؤ والتأخر أثناء دفع رسوم المرور على بعض الطرق السريعة.

• فى عام 1968 قدم Brien & Crane دراسة عن تشغيل صنادل النقل النهري، وجدولة خطوطها.

فحن مدينون لكل هؤلاء العلماء الباحثين والمهندسين التطبيقيين، لأنهم ساهموا فى عمليات إدارة مختلف المنظومات الإنتاجية من تصنيعية وخدمية. وعلى ما يبدو، فلا حدود لتطبيقات علمية الإدارة إلا حدود قدرات الإنسان المستخدم لها. ونظرًا لتباين مجالات تطبيق الإدارة العلمية، فإنه يمكن النظر إليها من زوايا عدة تختلف مع اختلاف منظور الباحث أو المَطَوَّر أو المخطط أو المستخدم. ومن الوسائل التى تساعد على إنجاح إدارة المؤسسات الإنتاجية هو استخدام الحاسبات فى معالجة البيانات لسحق الأرقام مثل قوائم المرتبات وحسابات العملاء (Accounting & Salary Systems, ASS)؛ ومعالجة المعلومات لاستخراج المؤشرات الإحصائية مثل نظم معلومات الإدارة (Management Information Systems, MIS) ومعالجة المعارف للتعامل مع الخبرات مثل النظم الخبيرة لتشخيص المشكلات وقراءة الخرائط والمخططات (Expert Knowledge Systems, EKS).

وبحدوث ثورة هائلة فى تكنولوجيا المعلومات، نتيجة التقدم المذهل فى تكنولوجيا الحاسبات والاتصالات والبرمجيات، فقد تغيرت وسائل الإنتاج من "ماكينات ومعدات" إلى "أفكار وبرامج"، ومن "هياكل معدنية" إلى "نظم معرفية"، ومن "آلات إنتاج" إلى "آلات استنتاج". وأصبحت هذه التكنولوجيا من وسائل الإنتاج التى تعالج البيانات والمعلومات والمعارف كمدخلات ذات قيم قليلة، لتحويلها إلى منتجات نهائية من سلع وخدمات معلوماتية كمخرجات ذات قيم مضافة، أو مواد بسيطة ليتناولها خبراء، أو تستهلكها نظم معلومات أخرى لتعزيزها بمزيد من القيم المضافة. ويختلف النظر إلى المعلومات مع اختلاف منظور من يتعامل معها، فهى بالنسبة للإدارة العلمية الحديثة تُعدّ أداة لدعم صنع القرار.



## الفصل الثانى: إنجازات بحوث العمليات

بحوث العمليات ما هى إلا عملية ذات طبيعة تحليلية يتم من خلالها التوصل إلى فهم ظواهر التغير فى منظومات التشغيل، بغية تحسين أداء هذه المنظومات، ودعم عملية صنع القرار. وبحوث العمليات تعنى استخدام المنهج العلمى لفهم وشرح ظواهر التغير فى منظومات التشغيل، وذلك بتسجيل ظواهر هذه المنظومات، وتطوير نماذج هذه الظواهر، وتطوير بعض النظريات لتقدير ما يحدث تحت ظروف متغيرة، ثم التحقق من دقة هذه التقديرات بمقارنتها بشواهد وقرارات وملاحظات ميدانية جديدة. وتستمر هذه العملية بهدف إيجاد وسائل تحسين كفاءة العمليات الجارية والمستقبلية.

وبالرغم من أن هناك إنجازات ضخمة فى مجالات التطورات النظرية والتطبيقات العملية لبحوث العمليات، إلا أن هناك أيضاً نقداً واضحاً لتقصير بعض باحثى العمليات فى الاهتمام بالتطبيقات والآثار الناتجة من هذه التطبيقات، ومحاولة بعضهم وضع المشكلات الواقعية فى قالب نماذج رياضية نمطية لا تتناسب بالضرورة مع احتياجات معالجة هذه المشكلات. وبالرغم من أن الرياضيات وسيلة أنيقة لاختزال تعقد المشكلات، إلا أن لها حدوداً لوجود كثير من المشكلات التى لم تخضع للتوصيف الرياضى.

وقد شجع تطور قدرات الحاسبات باحثى العمليات على التمثيل الدقيق للمشكلات الواقعية، حتى لو نتج عن هذا نماذج رياضية معقدة. كما تصور باحثو العمليات أن القدرة الحسابية الفائقة نتيجة السرعة الهائلة، ووسائل التخزين ذات السعة الكبيرة للحاسبات، ستساعد على حل كثير من هذه النماذج الرياضية المعقدة، اعتقاداً منهم بأن الحاسب بسرعه الهائلة وسعته الفائقة، قادر على توليد جميع البدائل الممكنة (Exhaustive Enumeration) لحل مشكلة ما، وإجراء المقارنة بين هذه البدائل وفقاً لمعايير محددة، واختيار أمثل البدائل للوصول إلى حل للمشكلة رهن الدراسة. ولكن للأسف، ينمو عدد هذه البدائل بمعدل متزايد للغاية يصعب تصورها. وكلما زاد حجم المشكلات وكبر تعقد النماذج، زاد عدد البدائل المحتملة، والتى عادة ما تتضخم بمعدل أسى، وهى تعرف بانفجار الترابطات (Combinatorial Explosion)، مما يتطلب اللجوء

إلى حساب التباديل والتوافيق، أو طرق الاحتمالات والإحصاء، أو أساليب النمذجة الرياضية كنماذج البرمجة الخطية (Linear Programming Models)، ونماذج الشبكات الخطية (Network Analysis Models).

ومن السهولة التعرف بدقة على مجريات الأحداث التي أدت إلى ظهور بحوث العمليات، حيث إن تطور هذا التخصص موثق توثيقاً جيداً، لقرب العهد ببدائيه ونشأته في المجال العسكري. لذلك فإنه يمكن تسلسل الأحداث التي أدت إلى نشأة بحوث العمليات، وتطور تطبيقاتها العملية قبل وأثناء الحرب العالمية الثانية في كل من بريطانيا وأمريكا، ثم انتشارها فيما بعد لتغطي العديد من المجالات المدنية. وسنتناول الأحداث الخاصة بنشأة بحوث العمليات قبل الحرب العالمية الثانية، ومساهمة بحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية، وممارسة بحوث العمليات بعد الحرب العالمية الثانية، وهي على النحو التالي:

**نشأة بحوث العمليات.** نتناول الأحداث ذات الأهمية في نشأة بحوث العمليات قبل الحرب العالمية الثانية، أي خلال السنوات (1933 - 1939)، منذ تولى Adolf Hitler مقاليد الحكم وحتى انفجار الموقف وبدء الحرب العالمية الثانية. ونسرد هذه الأحداث كما يرويها أحد العلماء الذين شاركوا في هذه الدراسات، إذ قدم (1984) Harold Larnder باختصار أنشطة بحوث العمليات قبل وخلال السنوات الأولى للحرب، عندما ساهمت دراسات بحوث العمليات في الانتصار في معركة بريطانيا. وسنتناول الأحداث في الأعوام ما قبل نشوب الحرب، وهي على النحو التالي:

■ في عام 1933، لم تكن ألمانيا تمتلك حينئذ القوة الجوية لمهاجمة بريطانيا، كما لم يكن لدى بريطانيا دفاع ضد هجمات ألمانيا الجوية، وخاصة أن الجزر البريطانية تبعد حوالي 125 كيلومتراً من الساحل الألماني، أي مجرد 17 دقيقة طيران في ذلك الوقت.

■ في عام 1934، انصرف الألمان إلى بناء قوتهم الجوية، بينما عجزت بريطانيا عن إيجاد حل لمشكلتهم الأساسية للإنذار المبكر. فكون سلاح الجو البريطاني لجنة برئاسة Henry Tizard لمراجعة الوسائل العلمية للدفاع الجوي ضد الطائرات المعادية. وقد اتجهت اللجنة نحو البحث في إمكانية تطوير شعاع الموت لاستخدامه في شل قدرة الطيار.

■ في عام 1935، دعى Robert Watson Watt للقيام بدراسة لتطوير وسيلة بالراديو لتحديد موقع الطائرة المعادية، وبدأت التجارب التي بها أمكن التوصل إلى مدى يصل حتى 68 كيلومترا لطائرات معلومة الموقع.

■ في عام 1936، أنشأت وزارة الطيران البريطانية محطة للأبحاث تضم مركزاً لجميع تجارب الرادار، وتم تحسين قدرات أجهزة الرادار، حتى أمكن كشف الطائرات على بعد حوالي 180 كيلومتراً.

■ في عام 1937، أقيمت تدريبات على الدفاع الجوي قبل الحرب، وقد توصل الباحثون إلى نتائج مرضية فيما يتعلق بالإنذار المبكر، ولكن لوحظ قصور في معلومات المتابعة الناتجة من الرادار.

■ في عام 1938، تبينت الجدوى الفنية لاستخدام نظم الرادار في الكشف عن الطائرات المعادية، إلا أن قدراته التشغيلية عجزت عن الإيفاء بمتطلبات الدفاع الجوي. فتوجهت البحوث فوراً نحو الاعتبارات التشغيلية بدلاً من العوامل التقنية للنظام، وخرج الاصطلاح "بحوث العمليات" أي (Operational Research) إلى حيز الوجود. وتشكل فريق من بين علماء الرادار تحت قيادة E.G. Williams، وفريق آخر تحت قيادة G.A. Roberts. وفي صيف نفس العام، أجريت مناورات الدفاع الجوي، وأثبتت نجاح طرق تشغيل نظام المراقبة والإنذار للدفاع الجوي. ومما هو جدير بالذكر، أنه طلب من رئيس وزراء بريطانيا آنذاك، والذي كان سيقابل هتلر في ميونخ، أن يبذل أقصى ما في وسعه لتفادي الحرب مع ألمانيا في ذلك العام.

■ في عام 1939، قامت بريطانيا بإجراء آخر مناورات الدفاع الجوي قبل اندلاع الحرب. وقد أثبتت هذه المناورات نجاح طرق تشغيل نظام المراقبة والإنذار للدفاع الجوي. وطلب مارشال الجو Hugh Dowding قائد قيادة المقاتلات التحاق أعضاء الفريقين بمقر قيادته تحت مظلة إدارة جديدة، سميت فيما بعد "قسم بحوث العمليات".

**مساهمة بحوث العمليات.** نتناول الأحداث ذات الأهمية في مساهمة بحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية، أي خلال السنوات (1939-1945)، وهي منذ بداية قيام الحرب العالمية الثانية وحتى نهايتها بانتصار الحلفاء على المحور. وقد أشار تقرير وزارة الجو البريطانية الذي صدر بعد عشرين عاماً من انتهاء الحرب إلى: "أن الكفاءة العالية لمحطات الرادار التي تم التوصل إليها في وقت

معركة بريطانيا ترجع إلى حد كبير إلى قيام إدارة بحوث العمليات بتحليل كل حالة من حالات الفشل في اعتراض الغارات النهارية تقريباً". وسنتناول الأحداث خلال سنوات الحرب العالمية الثانية، وهي على النحو التالي:

■ في عام 1939، تركزت هجمات الألمان الجوية ضد بريطانيا ابتداء من خريف هذا العام وشتاء وربيع العام الذي يليه في اختراقات قصيرة فوق الساحل الشرقي بواسطة تشكيلات صغيرة لضرب السفن الخفيفة، وزرع الألغام البحرية من الجو. وقد اتسعت دراسات الإدارة لتشمل تغذية نظام المراقبة والإنذار بالمعلومات لاستتفار وتجهيز الطائرات المقاتلة الدفاعية.

■ في عام 1940، صعد الألمان من هجماتهم ضد فرنسا، مما استدعى طلب فرنسا الاستعانة بأسراب المقاتلات البريطانية، وكان تشرشل يميل إلى ذلك، ولكن الدراسة التي أجرتها إدارة بحوث العمليات حذرت من ذلك، وتمكّن المارشال Hugh Dowding من إقناع مجلس وزراء الحرب بالتوصية بعدم الاستجابة إلى طلب فرنسا، لأنها قد تقضي على القوة الجوية البريطانية. وكان هذا العام نقطة تحول مهمة في تطبيق بحوث العمليات في الحرب، إذ طُلب من إدارة بحوث العمليات القيام باستشراق نتائج عمليات مسنّبة وأثرها على السياسات المختارة.

■ في عام 1941، تم الاعتراف رسمياً باصطلاح "بحوث العمليات" وأنشئت عدة أقسام مماثلة في باقي قيادات سلاح الجو الملكي. ولقد نوّه المارشال Hugh Dowding بأهمية بحوث العمليات بقوله: "إن هذه الحرب سيتم كسبها بالتطبيق المنطقي للعلم على احتياجات العمليات". فقد ساهمت بحوث العمليات بإنجازين رئيسيين ومهمين نحو النصر في هذه المعركة، هما: الاستخدام الأمثل لنظام الإنذار والمراقبة للتصدي للطائرات الألمانية المهاجمة؛ والقرار الخاص بإيقاف إرسال أسراب المقاتلات البريطانية إلى فرنسا.

أما في أمريكا، فقد بدأ في هذا العام تشكيل مجموعة بحوث العمليات برئاسة العالم الأمريكي Philip Morse الذي كان يعمل أستاذًا في معهد ماساشوتس للتكنولوجيا (MIT)، وقامت بدراسة للتعرف على الضوضاء الناتجة عن السفن تحت المياه لاستخدامها في تصميم جهاز يخرج نفس الضوضاء، يمكن سحبه



ليؤدى إلى انفجار الألغام الصوتية دون حدوث أضرار للسفينة، وقد تم إنجاز المشروع بنجاح.

• فى عام 1942، أراد Philip Morse القيام بالدراسات المتعلقة بالقرارات التشغيلية (Operational Decisions)، فتم تكوين فريق عمل من أساتذة الجامعات للمساعدة فى تحليل الدفاعات المضادة للغواصات. وقد أدت هذه الدراسات إلى زيادة عدد غواصات العدو المصابة، وزيادة عدد الغواصات الغارقة بحوالى خمسة أضعاف، فانتشرت سمعة فريق العمل هذا عن إنجازاته وقدراته. وتطورت مجموعة بحوث العمليات فى وحدة الحرب المضادة للغواصات لتصبح وحدة بحوث العمليات بالبحرية الأمريكية بكاملها.

■ فى عام 1943، دعى عدد كبير من العلماء المدنيين وأساتذة الجامعات الأمريكية لتطبيق الأساليب العلمية فى معالجة المشكلات التى تنجم فى مسرح المعارك الحربية. كما استخدمت فى إيجاد أمثل توزيع للموارد النادرة فى ذلك الوقت على مختلف الأنشطة العسكرية إلى أن انتهت الحرب العالمية الثانية.

وقد قُدِّر عدد العلماء العاملين فى بحوث العمليات أثناء الحرب بحوالى 700 باحث فى بريطانيا وأمريكا وكندا. واشتمل نشاطهم على كثير من دراسات التخطيط الإستراتيجى، وتقويم النتائج التكتيكية، وتحليل نظم التشغيل. وقد انطوى الكثير من دراسات بحوث العمليات أثناء الحرب على تطوير طرق ومنهجيات بعض العلوم الأخرى، ثم تطويرها مباشرة لمعالجة مشكلات تشغيلية.

**ممارسة بحوث العمليات.** نتناول الأحداث ذات الأهمية فى ممارسة بحوث العمليات بعد الحرب العالمية الثانية، أى خلال السنوات (1945-1975). وعلى الرغم من أن بحوث العمليات بدأت — كما أسلفنا — فى المجال العسكرى، فإن مركز النقل لاهتمامات باحثى العمليات انتقل بوضوح إلى المجالات المدنية فى مختلف الهيئات والمؤسسات والشركات. واتضح النمو المطرد فى مجموعات الأخصائيين المهتمين بالعلوم الإدارية، وهو تخصص — فى رأى — أعم من بحوث العمليات.

فمع نهاية الحرب العالمية الثانية، كان العلماء فى عجلة للرجوع إلى مؤسساتهم وجامعاتهم، وبدأ هؤلاء العلماء فى استنباط عدة نظريات رياضية، وتطوير عدة أساليب كمية لمعالجة المشكلات فى المؤسسات والشركات المدنية.

وشهدت الدول الصناعية المتقدمة مجهودات مكثفة في نمو تطبيقات بحوث العمليات غير العسكرية، وتوسع في تحليل المنظومات الإنتاجية. وقد أجمع الممارسون والمهنيون في هذا المجال على أن بحوث العمليات هو علم مستقل يتناول تطبيق المنهج العلمي لفهم وتفسير ظواهر التغير الذي قد يطرأ في منظومات التشغيل، الأمر الذي يبرر ظهور جمعياتها المهنية ودورياتها العلمية في مختلف الأقطار والدول، ومناهجها الأكاديمية ودرجاتها العلمية في مختلف الجامعات والمعاهد، وبرامجها التدريبية وأقسامها التخصصية في مختلف المؤسسات والشركات. وسنتناول مختلف النشاطات والأحداث بعد الحرب العالمية الثانية في مجال بحوث العمليات على النحو التالي:

- في عام 1946، قام فيليب مورس الأمريكي بإنشاء لجنة لبحوث العمليات، بعد عودته إلى معهد ماساشوتس للتكنولوجيا (MIT)، ثم تطورت هذه اللجنة لتصبح مركز بحوث العمليات في ذلك المعهد، وظلت تحت رئاسته أكثر من عشرين عامًا. كما نظم وشارك في تقديم العديد من الدورات الصيفية القصيرة في بحوث العمليات.

- في عام 1949، أنشأ مجلس البحوث القومي البريطاني لجنة لبحوث العمليات، بغرض تعزيز الاهتمام ببحوث العمليات غير العسكرية، وأصدرت اللجنة منشورًا بعنوان "بحوث العمليات مع إشادة خاصة إلى التطبيقات غير العسكرية".

- في عام 1950، اتفق مجموعة من العلماء الذين شاركوا في التطور الناجح لبحوث العمليات ببريطانيا أثناء الحرب العالمية الثانية على تكوين نادي بحوث علمية بهدف تقديم إطار مستمر لتبادل الخبرات، ومناقشة استخدامات بحوث العمليات في كثير من الصناعات والخدمات. وأصدر هذا النادي دورية بحوث العمليات ربع السنوية (Operational Research Quarterly) وظهر أول أعدادها في شهر مارس من نفس العام.

- في عام 1951، أصر فيليب مورس على أن تتم مرحلة انتقال العلماء إلى جامعاتهم وهيئاتهم بصورة منتظمة، وذلك بحصر جميع الإنجازات التي تمت أثناء الحرب وتسجيلها في تقارير علمية وتقويم عمليات البحرية الأمريكية التشغيلية.

- في عام 1952، تكونت جمعية بحوث العمليات الأمريكية (Operations)

Research Society of America, ORSA) برئاسة فيليب مورس، وعلى الرغم من أن هذه الجمعية أمريكية، إلا أنها تحوى أعضاء من أكثر من 70 دولة. وعقد المؤتمر الأول لبحوث العمليات، وصدر العدد الأول من دورية بحوث العمليات فى شهر نوفمبر من نفس العام.

■ فى عام 1953، أنشئ معهد العلوم الإدارية كجمعية دولية (The Institute of Management Science, TIMS)، إلا أن معظم أعضائها من الولايات المتحدة الأمريكية، وأصدرت دورية الإدارة العلمية، وخرج العدد الأول فى شهر سبتمبر من العام التالى.

■ فى عام 1954، تحول نادى البحوث العلمية البريطانى إلى جمعية بحوث العمليات (Operational Research Society of Britain, OR) لينضم إليها العاملين فى بحوث العمليات.

■ فى عام 1955، قام فيليب مورس بمسح شامل لأوضاع بحوث العمليات ووجه الأنظار إلى ضرورة زيادة الاهتمام بالنظريات الأساسية والتجارب التشغيلية، بالإضافة إلى تدريب عاملين جدد فى حقل بحوث العمليات. وهكذا ازدادت الدراسات النظرية بصورة ملحوظة خلال العقود الماضية، ولكن هناك تشبثاً واضحاً فى التطبيقات الخاصة بمنظومات التشغيل

■ فى عام 1956، صدرت دورية علمية فرنسية، ثم تبعتها دورية علمية ألمانية، وظهرت معظم الدوريات العلمية فى مختلف الدول خلال السنوات العشر التالية.

■ فى عام 1957، بدئ فى تنظيم وتقديم دورات تدريبية قصيرة فى كثير من الدول المتقدمة، تبعها برامج تعليمية ومناهج دراسية فى عدة جامعات بالولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأخرى.

■ فى عام 1959، تكون الاتحاد الدولى لجمعيات بحوث العمليات (International Federation of Operational Research Societies, IFORS) فى يناير من نفس العام، من الجمعيات البريطانية والأمريكية والفرنسية، وأصبحت تضم ما يزيد على 45,000 عضو. ومنذ ذلك العام حتى يومنا هذا، أنشئت أكثر من 20 جمعية قطرية لبحوث العمليات.

■ فى عام 1960، تأسست دورية علمية دولية تضم ملخصات مقالات بحوث العمليات المنشورة فى مختلف الدوريات العلمية من جميع أنحاء العالم

تسمى الملخصات الدولية لبحوث العمليات (International Abstracts in Research, IAOR). Operations

■ في عام 1972، أجرى مسح شامل عن استخدام وسائل بحوث العمليات في 107 من أكبر الشركات الصناعية بأمريكا، فوجد أن البرمجة الخطية، ونظم المحاكاة، والتحليل الإحصائي تمثل أكثر وسائل بحوث العمليات شيوعا.

■ في عام 1973، وصل عدد المناهج الدراسية التي تقدم في الجامعات الأمريكية إلى أكثر من 53 برنامجا في بحوث العمليات، بالإضافة إلى أن دولا كثيرة أظهرت نموا مشابها في تقديم برامج دراسية في مجال بحوث العمليات.

■ في عام 1975، أجرى مسح آخر على 167 من أكبر الشركات الصناعية الأمريكية، فوجد أن هذه الشركات استخدمت 7 من أساليب بحوث العمليات، وتوصلت إلى أن الأكثر تطبيقا هو البرمجة الرياضية، ونظم المحاكاة، والطرق الإحصائية، كما ظهر في المسح السابق.

وانتشرت الأبحاث في بحوث العمليات بتطبيق ما تم استنباطه خلال الحرب العالمية الثانية لمعالجة المشكلات العسكرية على مختلف الأنشطة المدنية، واستنباط أساليب علمية أخرى، وتحديد البدائل الممكنة لمعالجة المشكلات الناجمة عن إدارة هذه المنظومات وتقديم الحلول المناسبة. وقد تركت بحوث العمليات بصمات واضحة على كفاءة إدارة العديد من الهيئات والمؤسسات. واستمرت تطبيقات بحوث العمليات في النمو سواء في تنوعها أو في عددها. وباستثناء التقدم الهائل في تكنولوجيا الحاسبات والاتصالات والمعلومات، فإن هذا النمو والتطور في بحوث العمليات وتطبيقاتها لا يضاهيه أي تطورات حديثة أخرى.

وعلى الرغم من التطور المطرد في بحوث العمليات دوليا، فإن العالم العربي لم يلحق بالركب إلا أخيرا، وذلك باستثناء بعض الدراسات الأولية بمعهد التخطيط القومي، ومعهد الإدارة العليا بجمهورية مصر العربية في نهاية الخمسينيات، باستخدام نماذج البرمجة الرياضية في التخطيط الاقتصادي والصناعي. وفي صيف عام 1972، دعت مؤسسة فورد الأمريكية — عن طريق الأستاذ الدكتور أحمد عبادة سرحان عميد معهد الدراسات والبحوث الإحصائية بجامعة القاهرة آنذاك — مجموعة صغيرة من العلماء الأمريكيين من أصل عربي — منهم الأساتذة الدكتور صلاح الدين المغربي، وحمدي طه، وتوماس ساعاتي، والمؤلف

والمؤلف - لتقديم علم بحوث العمليات لأول مرة في مصر، وإلقاء سلسلة من المحاضرات العلمية، والقيام بكثير من الاستشارات لعدد من الصناعات المصرية في بحوث العمليات، وعقدت جلسات قدح الذهن (Brain Storming Sessions) في مؤسسة الأهرام بحضور هؤلاء الاستشاريين لمناقشة عدة مشكلات قومية ومحلية وتقديم الحلول الممكنة؛ وقد طلب من ذوى الأصل المصرى مقابلة كبار قادة القوات العسكرية المصرية للتعرف على مدى وإمكانية مساهمة بحوث العمليات في الحرب مع إسرائيل، كما دعا الأستاذ محمد حسنين هيكل رئيس مجلس إدارة الأهرام آنذاك كلا من الأستاذ الدكتور توماس ساعاتى والمؤلف لإجراء تقييم شامل لحالة " اللاحرب واللاسلم"، فى جلسة مغلقة تضم سبعة سياسيين وإعلاميين مرموقين.

وقد أعطى نشاط هذه المجموعة دفعة قوية، وأثار اهتماما كبيرا ببحوث العمليات بمصر نتج عنه إنشاء أول جمعية مصرية لبحوث العمليات. وفى بداية السبعينيات أدخلت مبادئ بحوث العمليات فى بعض البرامج الدراسية بكليات الهندسة، وكليات التجارة، وكليات العلوم، ومعهد الدراسات والبحوث الإحصائية بالجامعات المصرية. وانتشرت دراسات بحوث العمليات فى العديد من الهيئات والمؤسسات والشركات المصرية، كما أن هناك العديد من الدراسات فى تطبيقات بحوث العمليات بالقوات المسلحة المصرية ظهر جدواها ونتائجها فى حرب أكتوبر عام 1973 المجيدة.

وبافتتاح العديد من أقسام الهندسة الصناعية بكليات الهندسة فى الدول العربية بما فى ذلك مصر، والسعودية، وليبيا، والأردن، والكويت، انتشرت برامج بحوث العمليات الدراسية فى الجامعات العربية. وقد تم الاستعانة ببحوث العمليات فى معالجة كثير من المشكلات فى شركات النفط بالدول العربية فى بداية السبعينيات خاصة، وفى المجالات الاقتصادية والصناعية والزراعية والتجارية والمالية والخدمية فى كثير من البلاد العربية عامة.



## الفصل الثالث: إنجازات نمذجة المنظومات

نمذجة المنظومات ما هي إلا عملية ذات طبيعة تصميمية يتم من خلالها التوصل إلى نماذج رياضية تمثل منظومات التشغيل، بغية دراسة ظواهر التغير، والتنبؤ بسلوك هذه المنظومات، حتى يمكن إدارتها ومعالجتها. والنمذجة عامة هي تعبير صادق عن طبيعة وخصائص منظومات التشغيل، بنماذج وصفية أو لفظية أو بيانية أو رياضية. ويمثل تشكيل وتطوير النماذج أساس وجوهر الإدارة العلمية عامة، وبحوث العمليات خاصة. والمقصود بالنموذج هو تمثيل مبسط وتقريبي للواقع. والنماذج — التي هي قلب المنهج العلمي لمعالجة المشكلات — تصف كميًا كيفيًا أسس العوامل والمشاهدات التي تؤثر في سلوك الواقع، وتصف كميًا العلاقات والقياسات التي تعبر عن متغيرات المنظومة. وتستخدم هذه المشاهدات والقياسات من الواقع لتكوين نموذج مبدئي، ثم تجرى عليه الاختبارات والتحليلات لمقارنته بسلوك الواقع الحقيقي، وبناء على ذلك، تجرى عليه بعض التعديلات الملائمة، ويتكرر ذلك حتى يتوافق النموذج النهائي مع الواقع.

وتستخدم النماذج في وصف مجموعة من الأفكار، وتقويم نشاط معين، والتنبؤ بسلوك منظومة معينة حتى قبل بناء النموذج وتكوينه، وبذلك يمكن توفير الجهد والوقت والتكلفة. وكذا يساعد على الوصول إلى التصميم الأمثل بدون حاجة إلى بناء الواقع بحجمه الطبيعي، ويعمل على تجنب أسباب الفشل الباهظة التكاليف، ويؤدي إلى التوصل لطرق تحسين الأداء في مختلف المنظومات. ويعتمد بناء منظومات تمثل نشاطات جديدة اعتماداً مباشراً على قدرة الإنسان على التحكم في بيئته، وعلى إمكانياته في بناء أو إيجاد نماذج لأنماط أنشطة الحياة المختلفة التي تتميز بها تلك البيئة.

وبناء النموذج يُعدّ وسيلة مهمة لرؤية الواقع. فمحاولة وصف واقع ما، هو إعداد نموذج لهذا الواقع، واستخدام الحواس لتجميع معلومات عن العالم الحسى له، حتى يتوصل إلى معرفة هذا الواقع، وتخزين الملامح المهمة التي تكون النموذج الفعلي. ويحضرني قصة قديمة عن محاولة وصف الفيل، فقد جاء في كتاب " مدخل الهندسة " تأليف فريق من الأساتذة بالجامعات الأمريكية، وتعريب فريق من الأساتذة بجامعة الملك عبد العزيز بالملكة العربية السعودية قصيدة

تحكى قصة نموذج الفيل مع رجال فاقدین نعمة البصر منذ ولادتهم. ويمكن سرد هذه القصة على النحو التالي:

"لقد كان ستة من هندوستان.. يحبون التعليم فى كل آن.. ورغم أنهم من العميان.. ذهبوا ليروا الفيل.. ويتحسسوه بالدليل.. فاقترب أولهم من الفيل.. ولمس جوانبه العراض الكبار.. فصاح مؤكداً أن الفيل مثل الجدار. وتحسس الثانى نابه.. وشكله الأسطوانى الحاد.. وقال إن الفيل مثل الحربة.. وإنه فى ذلك حازم وجاد.

وجاء الثالث فى هدوء واتزان.. وأمسك بخرطوم الفيل.. وقال إنه كتعبان. وأما الرابع فقد تحسس الساق.. وقال أما أنا فأنى الفائز فى السباق.. إنه كشجرة ضخمة ذات أوراق.

وأمسك الخامس بأذن الفيل.. وقال إنه كمروحة وها هو ذا الدليل. ولم يصل السادس إلا إلى الذيل.. فقال إن الفيل ليس إلا كالحبل.. وقولى ذلك هو القول الفصل.

ثار الجدل عنيماً فى نقاش وصياح.. وكل فى رأيه صاحب الحق الصراح.. وهكذا هؤلاء كانوا كلهم جهلاء.. أصابوا شيئاً وغابت عنهم أشياء.. علموا قليلاً فظنوا أنهم علماء."

هذه القصيدة رمزية وموجهة إلى الإنسان فى كل زمان ومكان. ذلك المخلوق المغتر المتكبر الذى لا يكاد يصل إلى شىء من علم قليل، حتى يظن أنه أصبح سيد الثقيلين، وملك الخافقين، فيأبها الإنسان يا ابن التراب:

العلم للرحمن جل جلاله      وسواه فى جهلته يتغمغم  
ما للتراب وللعلوم وإنما      يسعى ليعلم أنه لا يعلم

لقد كان كل شخص من هؤلاء الستة على حق من وجهة نظره الخاصة بالنسبة لشكل الفيل. أما فى مجموعهم فقد كانوا مخطئين، حيث كوّن كل منهم نموذجاً أو وصفاً بعد استطلاع "الواقع الحى". ولكن جميع هذه النماذج أخطأت فى الوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة، وذلك لعدم اكتمال الاستطلاعات والفحوص والملاحظات والمشاهدات وملاءمتها بعضها مع بعض.



ومع التوسع في استخدامات بحوث العمليات، تمّ تصميم كثير من النماذج الرياضية التي تمثل منظومات علمية لمعالجة مشكلات واقعية. وبذلك أصبح فى جعبة "بحوث العمليات" عديد من النماذج التقليدية التي يمكن تطويرها لتناسب كثيراً من المشكلات. ويمكن التعرف على أساليب النمذجة الرياضية المتوافرة، وتطبيقاتها المتباعدة.

### أساليب النمذجة الرياضية:

أدت البحوث التطبيقية إلى تشكيل وتطوير نماذج رياضية تمثل منظومات واقعية فى المجالات العسكرية والمدنية. وتهدف هذه النماذج إلى اختيار الحل الأمثل أو الأقرب إلى الحل الأمثل، لمعالجة المشكلات، كما أنها تساعد فى دعم القرارات بمختلف وظائف الإدارة من تخطيط وتنظيم وتحليل ومراقبة. ويمكن توصيف مجموعة من النماذج الرياضية المنطقية وصفاً مختصراً على سبيل المثال لا الحصر، وذلك لاستيعاب مفهوم منهجية النمذجة، وهى على النحو التالى:

**نماذج البرمجة الرياضية (Mathematical Programming Models).**  
تعدّ نماذج البرمجة الرياضية عامة من أكثر فروع بحوث العمليات تطوراً، وأنجح فروع الإدارة العلمية تطبيقاً، ويرجع التطور والنجاح الحالى إلى تقدم قدرات الحاسبات الآلية من حيث السرعة الحسابية الفائقة، والسعة التخزينية الكبيرة. والبرمجة الرياضية تمثل مشكلات الأمثلية من تعظيم أو تصغير دالة الهدف التي تعتمد على عدد معين من المتغيرات كمدخلات. وقد تكون هذه المتغيرات مستقلة بعضها عن بعض، أو متعلقة بعضها ببعض من خلال مجموعة من القيود. والعلاقة بين هذه المتغيرات إما أن تكون خطية أو تربيعية أو غير خطية. ونعطي نبذة مختصرة عن هذه النماذج، وهى على النحو التالى:

#### • نموذج البرمجة الخطية (Linear Programming Model).

تتميز هذه النماذج بتنوع تطبيقاتها. وتستخدم فى إيجاد أمثل الحلول التي تقرر كيفية توزيع الموارد المتاحة بشكل يناسب الطاقة الإنتاجية، وهى ليست إلا عملية تخصيص عدّة موارد لعدّة أنشطة. ويتكون نموذج البرمجة الخطية من دالة هدف (Objective Function) تمثل إما تكلفة الموارد المستخدمة، فيهدف

النموذج إلى تصغيرها (Minimization)؛ أو تمثل ربحية الأنشطة المنتجة، فيهدف النموذج إلى تعظيمها (Maximization). ويعمل أسلوب البرمجة الخطية إلى اختيار الحل الأمثل الذي يعظم أو يصغر دالة الهدف في ظل مجموعة من القيود (Constraints) التي تحدد الخيارات الممكنة. وتتفرع عدّة نماذج خاصة من نموذج البرمجة الخطية، وهى على النحو التالى:

■ **نموذج البرمجة صحيحة العدد (Integer Programming Model).**  
تُعَدّ هذه البرمجة من البرامج الخطية التي يكون فيها المتغيرات من المدخلات أعداداً صحيحة. وتستخدم هذه البرامج عندما يطلب أن يكون الحل الأمثل أعداداً صحيحة، كاتخاذ قرار بخصوص تحديد عدد السيارات المنتجة. وليكن معلوماً أن استخدام البرمجة الخطية العادية التي تعطى حلاً أمثل ثم يقرب إلى الأعداد الصحيحة لا يُعَدّ حلاً أمثل.

■ **نموذج البرمجة ثنائية العدد (Zero-One Programming Model).**  
تُعَدّ هذه البرمجة من البرامج الخطية التي يطلب فيها أن يكون الحل الأمثل فى صيغة صفر أو واحد. وتستخدم هذه النماذج فى تطبيقات عديدة كاتخاذ قرار بنعم أو لا.

■ **نموذج النقل الخطى (Transportation Programming Model).**  
تُعَدّ هذه البرمجة صيغة خاصة من صيغ البرمجة الخطية، وتهدف هذه النماذج إلى نقل المنتجات من مراكز إنتاجها إلى مراكز توزيعها بأقل تكلفة ممكنة، وبشرط تلبية متطلبات مراكز التوزيع فى حدود الطاقات الإنتاجية لمراكز الإنتاج.

■ **نموذج الانتقال الخطى (Transshipment Programming Model).**  
تُعَدّ هذه البرمجة صيغة خاصة من صيغ البرمجة الخطية، وتهدف هذه النماذج إلى انتقال السلع أو الأفراد من إحدى المصادر إلى إحدى الغايات، مع السماح لهذه المنقولات أن تمر بواحد أو أكثر من المصادر أو الغايات قبل وصولها إلى الغاية النهائية، إذا لم يتوافر الطريق المباشر، فيكون الطريق غير المباشر أقل تكلفة من الطريق المباشر.

● **نموذج التخصيص الخطى (Assignment Programming Model).**  
تُعَدّ هذه البرمجة صيغة خاصة من صيغ البرمجة الخطية. وتهدف هذه النماذج

إلى تخصيص عدد من الموارد على عدد من الأنشطة، بحيث يخصص مورد واحد لكل نشاط، وبشرط للوصول إلى أفضل عائد ممكن، في صورة أكثر ربحية ممكنة، أو أقل تكلفة ممكنة. ومثال ذلك تخصيص عدد من العمال ذوي تخصصات ومهارات متباينة لإنجاز بعض الأعمال التي يتطلب كل منها تخصصًا محددًا ومهارة معينة للحصول على أفضل عائد ممكن.

■ **نموذج البرمجة التربيعية (Quadratic Programming Model).**  
تُعَدُّ هذه البرمجة من البرامج الرياضية التي تكون فيها القيود خطية، ودالة الهدف ذات علاقة تربيعية بين المتغيرات.

■ **نموذج البرمجة غير الخطية (Non-Linear Programming Model).**  
تُعَدُّ هذه البرمجة من البرامج الرياضية التي تكون فيها دالة الهدف والفوائد ذات علاقة غير خطية بين مختلف المتغيرات.

■ **نموذج البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming Model).**  
تتناول هذه النماذج اتخاذ قرارات متتابعة ومتراكبة، فهي تتميز بتطابقها مع وظائف الإدارة، نظرًا لتعاملها مع اتخاذ القرار على مراحل زمنية، وهو ما يواجه الإدارة في تناول العديد من المشكلات العملية. ويتكون نموذج البرمجة الديناميكية من المعادلة الوظيفية لدالة الهدف (Functional Equation)، ومراحل القرار (Decision Stages)، ومتغيرات الحالة (State Variables)، ومتغيرات القرار (Decision Variables)، ومعادلة الربط بين كل مرحلة (Transformation Equation). وتحتاج هذه النماذج إلى كثير من العمليات الحسابية، التي تتطلب سرعات تشغيل فائقة، وسعات تخزين عالية. لذلك فإن حجم نماذج البرمجة الديناميكية التي يمكن التعامل معها وحلها باستخدام الحاسبات الآلية يُعَدُّ محدودًا، خاصة عندما يحتوى النموذج على عدد كبير من متغيرات الحالة.

■ **نماذج الشبكات الخطية (Network Analysis Models).**  
تؤدي نماذج الشبكات الخطية دورًا كبيرًا في تطبيقات بحوث العمليات. وقد أثبتت فاعليتها في معالجة كثير من المشكلات. والشبكة (Network) تضم عادة مجموعة من الأنشطة (Activities) تُمثَلُ بأسهم أو أقواس (Arrows or Arcs) وهي عادة ما تكون متداخلة ومتراكبة بعضها مع بعض وفق ترتيب منطقي معين، وكل

نشاط له بداية ونهاية تعرف بالرؤوس أو العقد (Nodes or Points) وتمثل بحلقات صغيرة تسمى (Nodes). والشبكة بأنشطتها وبداياتها ونهاياتها تعبر عن تسلسل وترابط هذه الأنشطة وهذه الرؤوس. وتستخدم الشبكات الخطية في معالجة كثير من المشكلات منها ما هو على النحو التالي:

• **نموذج المسار الحرج (Critical-Path Model).** يمثل هذا النموذج شبكة تتضمن مجموعة من الأنشطة (Activities) بأحداثها (Events) التي تعبر عن تسلسلها وتتابعها وترابطها وتداخلها، وتبدأ الشبكة بحلقة تمثل بدء المشروع، وينتهي بحلقة تمثل نهاية المشروع. ويمكن إضافة أنشطة وهمية بين الأحداث المختلفة بالشبكة، وذلك للمحافظة على التسلسل المنطقي للأنشطة وأحداثها، ويجرى تحديد الوقت المبكر، والوقت المتأخر للأحداث المختلفة، وكذا تحديد الزمن الراكد لجميع الأحداث، وبالتالي يمكن تحديد الأحداث الحرجة التي قد تؤثر على استكمال المشروع في الوقت المحدد، ويمثل المسار الحرج الذي يمر بالأحداث الحرجة أطول وقت يمكن فيه تنفيذ المشروع.

• **نموذج الطريق الأقصر (Shortest Route Model).** يمثل هذا النموذج شبكة تتضمن مجموعة من الحلقات تسمى عقدا متصلة بأقواس أو وصلات، وتسمى إحدى العقد بالمصدر (Source) والعقدة الأخرى المصب (Sink)، ويكون الهدف هو تحديد المسار الذي يصل بين المصدر والمصب، بحيث يكون مجموع التكلفة المتصلة بالأفرع في المسار أقل ما يمكن. ومن التطبيقات العديدة أن أحد الأفراد يسكن في مدينة معينة، ويعمل في مدينة أخرى، ويبحث عن طريق يرى يجعل وقت القيادة أقل ما يمكن، وقد سجل هذا الشخص وقت القيادة بالدقيقة على الطرق السريعة بين المدن المتوسطة. ويمكن تمثيل هذه المشكلة بحيث تمثل المدن بعقد، والطرق السريعة بالأفرع، وتكون التكلفة المرتبطة بالأفرع هو وقت السفر، والمصدر هو المدينة التي يعيش فيها، والمصب هو المدينة التي يعمل بها. والمطلوب البحث عن أقصر طريق.

• **نموذج التدفق الأعظم (Maximum-Flow Model).** يمثل هذا النموذج شبكة موجهة ذات منبع ومصب، وتهدف إلى إيجاد أكبر تدفق ممكن من المنبع إلى المصب. فإذا كانت طاقة الأقواس تمثل مثلا عدد السيارات التي يمكن أن تعبر قوسا معينا في وحدة زمنية معينة، يكون الهدف عندئذ إيجاد أكبر عدد

ممکن من السيارات بين المنبع والمصب. وإذا كانت طاقة الأقواس تمثل مثلاً طاقة كهربائية أو مائية تمر في القوس في وحدة زمنية معينة، يكون الهدف إيجاد أكبر تدفق ممكن بين المنبع والمصب، وهكذا.

• نموذج النطاق المصغر (Minimum Span Model). يمثل هذا النموذج شبكة تتضمن مجموعة من العقد ومجموعة من الأفرع المقترحة، وكل فرع متجه له تكلفة لا سلبية مرتبطة به، ويكون الهدف هو إنشاء شبكة متصلة تحتوي على كل العقد، بحيث يكون إجمالي التكلفة المرتبطة بهذه الأفرع أقل ما يمكن، بفرض أنه توجد أفرع مقترحة كافية لتأكيد وجود حل. ومثال ذلك أن إدارة الحدائق بأحد المدن تخطط لتطوير مساحة خالية لأنشطة السياحة، فحددت أربع مواقع في المنطقة للوصول بواسطة السيارات، حيث حددت المواقع والمسافات بينها بالكيلومتر، ولإيقاع أقل ضرر على البيئة، ترغب إدارة الحدائق تخفيض المسافات من الطريق اللازم للوصول إلى المكان، لذلك فهي تهدف إلى تحديد عدد الطرق التي يجب أن تُشيد لتحقيق ذلك.

نماذج ضبط المخزون (Inventory Control Models). تعد نماذج ضبط المخزون في المؤسسات الإنتاجية من أهم المشكلات التي تواجهها الإدارة، لأنه توجد عوامل متضاربة وضاغطة على زيادة أو نقصان مستويات المخزون سواء كانت مواد خام أولية، أو منتجات نصف مصنعة، أو منتجات تامة الصنع. وتهدف النماذج الرياضية لضبط المخزون إلى تحديد الحجم الأمثل للطلب سواء كان للشراء مباشرة أو للتصنيع داخلياً، وكذا تحديد نقطة إعادة الطلب، بشرط أن تكون التكلفة الكلية أقل ما يمكن. وتشمل التكلفة الكلية عادة تكلفة السلعة، وتكلفة إعداد الطلبية، وتكلفة التخزين.

نماذج صفوف الانتظار (Queueing or Waiting-Line Models). تهدف نماذج صفوف الانتظار إلى تقويم مستوى الخدمة التي تقدم في المنظومات الإنتاجية سواء كانت تصنيعية أو خدمية، وحساب تكلفة تقديم هذه الخدمة للحصول على الاستفادة القصوى من المنظومة، وعادة ما يكون الناتج هو تخفيض التكلفة الكلية المصاحبة للوقت الضائع في مراكز الخدمة مقابل تكلفة انتظار العاملين (المعدات) أو العملاء (المنتجات). وصفوف الانتظار تُعد ظاهرة عامة في جميع المجالات، عندما يزيد طالبو الخدمة عن سعة مقدمي هذه الخدمة.

ونظراً لكون عملية وصول طالبي الخدمة إلى المنظومة، وعملية خدمة المنتظرين من العمليات العشوائية المتغيرة بتغير الزمن، فإنه يصعب تحقيق مستوى خدمة مقبول لطلابها متوازنة مع مستوى تكلفة معقولة لتقديم هذه الخدمة.

**نماذج محاكاة المنظومات (Simulation System Models).** تتميز النماذج الرياضية بمقدرتها على التعبير عن روح وجوهر المنظومات قيد الدراسة والمعالجة، وعلى تنفيذ العلاقات الأساسية بين مختلف العناصر بأساليب واضحة، إلا أننا نواجه في الواقع العملي العديد من المشكلات المعقدة التي عادة ما يصعب تمثيلها بنماذج رياضية، أو أن النموذج الرياضي نفسه بالغ التعقيد، بحيث يصعب حله بالأساليب الرياضية المعروفة. لذلك يمكن اللجوء إلى نماذج المحاكاة التي تعتمد على فكرة محاكاة المنظومة قيد الدراسة من خلال تقليد طريقة أدائها، وسلوك التفاعلات التي تجرى بين عناصرها. وبذلك يمكن محاكاة المنظومة الحقيقية بمنظومة نظرية، حتى يمكن التنبؤ بسلوكها وتفاعلاتها، ويستخدم في ذلك الحاسبات الآلية حتى يمكن إخراج صورة مطابقة للمنظومة الحقيقية، والتوصل إلى نفاط الضعف فيها لمعالجتها.

### تطبيقات النمذجة الرياضية:

ولد علم بحوث العمليات لحاجة ملحة إلى معالجة مشكلات تشغيلية في منظومات عسكرية. ويعزو الرواد الأوائل في مجال بحوث العمليات حداثة ما يقومون به إلى ما يتعلق بظاهرة منظومات التشغيل من الدراسة العلمية. وقد انتقلت اهتمامات باحثي العمليات بوضوح بعيداً عن التطبيقات العسكرية، بعد أن تركت بصمات واضحة على كفاءة هذه المنظومات. وبدأ النمو المطرد في تطبيقات بحوث العمليات المدنية، وهكذا ازدادت الدراسات النظرية بصورة ملحوظة، وقد استمر التوسع في بحوث العمليات في العقود الماضية، حيث أمكن لبحوث العمليات أن تقدم منهاجاً جديداً يمكن تطبيقه لتحسين أداء مختلف منظومات التشغيل.

وقد حجت متطلبات السرية العسكرية عن النشر الكثير من تفاصيل دراسات وتطبيقات بحوث العمليات التي تمت في زمن الحرب لمدة طويلة، ولو أنها نشرت في وقت لاحق. كما أن الكثير من ممارسات بحوث العمليات في مختلف

القطاعات عامة، وقطاع الصناعة خاصة، قد حجبت عن الدوريات العلمية، نظراً لقيود السرية من قبل المؤسسات والشركات المستفيدة. وقد نتج عن ذلك، أن الدوريات العلمية فى بحوث العمليات امتلأت بالاتجاه النظرى فى معظم الأوراق البحثية التى نشرت فى هذه الدوريات، بالإضافة إلى بعض البحوث التطبيقية التقليدية المتناثرة. وبالرغم من ذلك، فقد انتشرت استخدامات بحوث العمليات فى كثير من المؤسسات الاقتصادية والصناعية والزراعية والتجارية والمالية والخدمية، وازدادت تطبيقاتها بمعدل سريع. وسنتناول بعض تطبيقات بحوث العمليات فى مختلف القطاعات على النحو التالى:

**تطبيقات القطاع الاقتصادى.** من المشكلات التى عولجت بأساليب بحوث العمليات: تخطيط الاستثمارات، وتحليل السيولة النقدية، وتحليل اندماج الشركات، وتحليل الموازنات، وغيرها.

**تطبيقات القطاع الصناعى.** من المشكلات التى عولجت بأساليب بحوث العمليات: التنبؤ بحجم الإنتاج، وتخطيط الإنتاج، وجدولة عمليات التصنيع، وتحديد حجم فرق الإصلاح، وتحديد مستوى العمالة، وتوزيع المنتجات، ونقل السلع، وبرمجة صيانة الماكينات، وتخصيص الأفراد، وتحديد مستويات المخزون، وتخصيص الموارد، وخطط المواد، وتخطيط برامج التسويق والإعلان، وغيرها.

**تطبيقات القطاع الزراعى.** من المشكلات التى عولجت بأساليب بحوث العمليات: دراسة خصائص التربة الزراعية، ودراسة أثر العوامل الجوية على معدلات نمو النبات، وتصميم سدود المياه، وغيرها.

**تطبيقات الخدمات التعليمية.** من المشكلات التى عولجت بأساليب بحوث العمليات: تخصيص قاعات الدراسة للمحاضرات، وتخطيط المنشآت التعليمية، وتخصيص الموارد التعليمية، وترشيد القوى البشرية فى مجال التعليم، وغيرها.

**تطبيقات الخدمات الصحية.** من المشكلات التى عولجت بأساليب بحوث العمليات: جدولة علاج المرضى بالعيادات الخارجية، وجدولة عمليات المستشفى، وتخطيط تشغيل بنوك الدم، وترشيد القوى البشرية فى مجال الرعاية الصحية، وترشيد عدد مسارح العمليات، وتخطيط الرعاية الصحية، وغيرها.

**تطبيقات الخدمات البيئية.** من المشكلات التى عولجت بأساليب بحوث

العمليات: معالجة النفايات، ومعالجة الصرف الصحي، وتقليل فعالية الملوثات، واختيار أنسب البدائل في طرق معالجة النفايات، وتخطيط المرور في المدن، وغيرها.

**تطبيقات الخدمات الإجتماعية.** من المشكلات التي عولجت بأساليب بحوث العمليات: تخطيط القوى العاملة، وتقسيم المناطق الى دوائر انتخابية، وتخصيص النواب والناخبين بكل دائرة، وغيرها.

**تطبيقات الخدمات الترفيهية.** من المشكلات التي عولجت بأساليب بحوث العمليات: تخطيط تشغيل المنشآت السياحية والرياضية، وتحديد قنوات الخدمة المثلى، وتوزيع الأندية في المدينة، وغيرها.



## الباب الثالث

# فلسفة علمية الإدارة

- الفصل الأول : إجابيات تحليل النشاط.
- الفصل الثاني : إجابيات توظيف الإدارة.
- الفصل الثالث : إجابيات تدعيم القرار.



## الباب الثالث

# فلسفة علمية الإدارة

علمية الإدارة ما هي إلا تطبيق ابتكارى للأساليب الفلسفية، والأفكار المبتكرة، والمعارف النوعية، لتدعيم صنع القرارات الرشيدة فى الأوقات الملائمة، وبالسرعة المناسبة، وذلك من خلال تحليل النشاطات، وتمثيلها بمنظومات علمية ذات مدخلات وتحولات ومخرجات، بغية تحقيق الأهداف.

ونظرة عميقة إلى أساليب علمية الإدارة، تكشف عن قصور كبير فى فهم مدى إمكانية الاستفادة من تحليل النشاطات فى معالجة المشكلات. فكثير من باحثى العمليات يقفزون مباشرة إلى تمثيل المشكلة بنموذج رياضى ملائم وحله بأسلوب رياضى مناسب، دون التأكد من توافق هذا الحل فى معالجة المشكلة ذاتها. ومما لا شك فيه، فإن صياغة المشكلة الواقعية فى منظومة علمية تساعد كثيرًا على تفهم المشكلة، وتحديد مكوناتها وعناصرها.

ومنذ سنوات عديدة، أجريت بحوث كثيرة عن الطبيعة البشرية فى صياغة المنظومات، وشكل الرواد فى هذا المجال عدة فلسفات معينة، وقدم John Dewey فى أوائل التسعينيات عدة خطوات تقليدية لمعالجة المشكلات عن طريق صياغة المنظومات وتحليلها. وقد شملت البحوث الحالية تطوير الطريقة العلمية لتشمل تشكيل منظومات تمثل الواقع العملى حتى تسهل عملية التحليل للمدخلات والتحولات والمخرجات. وقد أدى ذلك إلى أنه من الأفضل صياغة المشكلة فى منظومة بداية، ثم تطويرها تبعًا، عن عدم وجود منظومة مطلقًا.

ويقدم هذا الباب فلسفة المؤلف فى علمية الإدارة، موضحًا إيجابيات تحليل النشاط، وإيجابيات توظيف الإدارة، وإيجابيات تدعيم القرار.



## الفصل الأول: إيجابيات تحليل النشاط

الكون الذى حث الله تعالى عباده على النظر والتأمل فى ظواهره الكونية، والدراسة والبحث فى حقائقه العلمية، ما هو إلا منظومة متكاملة. والذرة هى أساس هذه المنظومة، إذ هى وحدة البناء فى جميع المخلوقات من أكوان ومجرات وكواكب وأقمار وشهب ومذنبات وكائنات وعوالم وأجناس وغيرها من مخلوقات الله تعالى. ويتشكل بلايين البلايين من هذه الذرات فى عدة تصميمات وتنظيمات، تتشكل العوالم من كائنات وأجناس، ابتداء بالميكروب وحيد الخلية، وانتهاء بالكون الذى لا تحدّه حدود.

### مفهوم عوالم المنظومات:

النظر إلى هذا العالم الكبير كمنظومة متكاملة، يبين احتواءه على عوالم جزئية يُعدّ كل منها منظومة فرعية داخل المنظومة المتكاملة: ففيه عالم الجماد، وعالم النبات، وعالم الحيوان، وعالم الإنسان، وإلى ذلك من مختلف صنوف الموجودات التى تكون كل منها عالماً صغيراً، ويتكون من مجموعها العالم الكبير.

ففى عالم الجماد كمنظومة فرعية، نجد أن عجائب الخلق متجلية بشكل واضح، وعلى نظام ثابت، ولها مقوماتها ومدخلاتها ونشاطاتها التى تتحول بأساليب معقدة إلى نواتج أو مخرجات ذات قيم محسوسة. فكل كوكب يسير فى مدار معين لا يتعداه، وتتظم دوراته فى فترات معينة، ويختص بوظيفة خاصة يؤديها، ويحفظ المسافات بينها من جهة، ثم بين مداراتها من جهة أخرى. فسبحان الله تعالى فى إحكام هذه المنظومة، ودقة صنعها، وتحديد هدفها.

وفى عالم النبات كمنظومة فرعية، نجد أن عجائب الخلق متجلية بشكل واضح، وعلى نظام ثابت، ولها مقوماتها ومدخلاتها ونشاطاتها التى تتحول بأساليب معقدة إلى نواتج أو مخرجات ذات قيم محسوسة. فالبذرة المركوزة فى التراب تبدو جامدة ليس فيها مبعث لحركة، ولكن عندما يحتضنها الطين، ويسقيها الماء، ويغمرها الهواء، تصبح مهيأة لإبراز ما فيها من كوامن الخلق، وما يبدو فيها من مظاهر الحياة، فتصير شجرة باسقة، ونزهر وتثمر، وتورق وتخضر. فسبحان الله تعالى فى إحكام هذه المنظومة، ودقة صنعها، وتحديد هدفها.

وفى عالم الحيوان كمنظومة فرعية، نجد أن عجائب الخلق متجلية بشكل واضح، وعلى نظام ثابت، ولها مقوماتها ومدخلاتها ونشاطاتها التى تتحول بأساليب معقدة إلى نواتج أو مخرجات ذات قيم محسوسة. فسلالات الدواب تشمل أعداداً هائلة، وأنواعاً متباينة، فمنها سلالة الزواحف التى تمشى على بطنها، وسلالة الطيور التى تمشى على اثنين، وسلالة الثدييات التى تمشى على أربع. كما تتميز فصائل الحيوان من جهة الشكل والخواص والطباع والغرائز: فمنها ملكة النحل التى لا يجرؤ أحد على دخولها دون أن يأخذ حذره من دفاعها القوى وهجومها المؤلم؛ ودولة النمل التى تتصف بالمثابرة على أداء العمل والتفانى فى أداء الواجب؛ وأمة العناكب ذات الخلايا العصبية التى تسمح بتكوين نسيج مخطط فى برامج هندسية منتظمة؛ وجماعات الطيور التى يقوم بعضها بتخطيط برامج تنقلاتها فى مسارات طويلة ومعقدة. فسبحان الله تعالى فى إحكام هذه المنظومة، ودقة صنعها، وتحديد هدفها.

وفى عالم الإنسان كمنظومة فرعية، نجد أن عجائب الخلق متجلية بشكل واضح، وعلى نظام ثابت، ولها مقوماتها ومدخلاتها ونشاطاتها التى تتحول بأساليب معقدة إلى نواتج أو مخرجات ذات قيم محسوسة. فالإنسان هو ذلك الكيان البيولوجى أو الجسد البشرى بما يحتوى على أجهزة وأعضاء وجوارح ظاهرة وباطنة؛ وهو الوعاء الذى يُصبّ فيه الكيان المعنوى أو الذات الإنسانية بما يحتوى على مجموعة قوى متعددة من قلب وعقل وروح ونفس. والكيان البشرى ككل يمثل منظومة متكاملة، تحصل من البيئة المحيطة بها على عدة مدخلات منها الطعام النباتى والحيوانى، والشراب الطبيعى والصناعى، وتستششق الهواء النقى والملوث. ومن خلال مجموعة من العمليات البيولوجية المعقدة داخل الجسم، يتحول الأكسجين إلى عادم فى صورة ثانى أكسيد الكربون، ويتحول الطعام والشراب إلى فضلات على هيئة بول وبراز وعرق، وتتحول البروتينات والكربوهيدرات والدهون إلى الطاقة اللازمة لإدارة هذا الكيان البشرى من خلال تجديد الدم الذى يمر فى أورده وشرايينه بصفة مستمرة. فسبحان الله تعالى فى إحكام هذه المنظومة، ودقة صنعها، وتحديد هدفها.

### مفهوم طبيعة المنظومات:

يتضح من ذلك أن المنظومات تكاد تكون السمة المميزة لجميع النشاطات فى

الحياة الدنيا. ومن الصعب أن نجد منها يكون أكثر ملاءمة لأى نشاط عن منهج المنظومات. وهناك تعريف عام مبسط للمنظومة يمكن تطبيقه فى جميع المجالات. فالمنظومة هى كيان موحد يضم مجموعة من العناصر أو المكونات التى تتفاعل بعضها مع بعض لتنفيذ مخطط محدد، بغية الوصول إلى أهداف فردية أو مركبة. وقد تطور مفهوم المنظومات وتطبيق عناصره أو مكوناته بعد الثورة التكنولوجية التى أعقبت الحرب العالمية الثانية، إذ تعقدت هذه العناصر وتعمقت هذه المفاهيم ، لتصبح أكثر انسجاما مع المناهج العلمية المتطورة. والشكل رقم (1-3) يوضح الهيكل العام للمنظومات.



شكل رقم (1 - 3) مكونات وعناصر المنظومات

ويتميز الهيكل العام للمنظومة بعدة عناصر يمكن شرحها على النحو التالى:

**عنصر مدخلات المنظومة (Inputs).** وهى المقومات التى تدخل فى المنظومة ليجرى عليها عمليات تحويلية بأساليب محددة، بغية الوصول إلى أهداف معينة. وتشمل المقومات فى أى منظومة إنتاجية على عمالة من حرفيين ومهنيين وإداريين؛ ومواد من خامات أولية، ومنتجات نصف مصنعة، ومستلزمات إنتاج؛ ومعدات من ماكينات وعدد وآلات؛ وأموال فى صيغة أصول، ومديونيات، ومساهمات، ونفقات. هذا بالإضافة إلى المرافق العامة، والطاقة الكهربائية، والمباني والأراضى، والموارد الأخرى.

**عنصر تحويلات المنظومة (Transformation).** وهى العمليات التى تستخدم فى تحويل المقومات إلى نواتج ذات قيم مضافة (Value - added)، وذلك عن طريق استخدام تقنيات معينة سواء كانت ميكانيكية أو كهربائية أو إلكترونية

أو كيميائية أو غيرها. وتشمل عمليات التحويل في منظومة إنتاجية على تحويل المواد الأولية إلى سلعة معينة أو خدمة محددة، مستخدمًا معدات وعمالة وغيرها من المدخلات، مراعيًا في ذلك أن قيم السلع أو الخدمات المنتجة ذات قيم أعلى من تكاليف اقتناء وتشغيل المقومات. ويُرمز إلى عمليات التحويل بالصندوق الأسود الذي يلحق بالطائرات للتعرف على أسباب الحوادث الجوية للطائرة.

**عنصر مخرجات المنظومة (Outputs).** وهي النواتج التي تتشكل نتيجة إجراء عمليات تحويلية للمقومات، بشروط مسبقة، ومواصفات معينة، وحسب خطط موضوعية، وبغية الوصول إلى أهداف محددة. وتشمل النواتج في منظومة إنتاجية على منتجات نهائية من سلع معدة للتوزيع في الأسواق، استجابة لرغبات وأنواق المستهلك، وكذا خدمات تُقدّم للجمهور لقضاء الحاجات.

**عنصر إطار المنظومة (Boundry).** وهو الحدود التي تقع المنظومة بداخلها، حتى يمكن تحديد إطار المشكلة للتشخيص العلاجي، والدراسة العلمية، والتحليل الرياضى والإحصائى.

**عنصر بيئة المنظومة (Environment).** وهي البيئة المحيطة بالمنظومة، إذ إنها ليست من مكونات أو عناصر المنظومة، بل لها تأثير محسوس على أسلوب أدائها، لتحقيق أهدافها. وتتميز عناصر البيئة المحيطة بأى منظومة بأمرين هما: إما أن تكون البيئة المحيطة بالمنظومة ذات تأثير مباشر على أهداف المنظومة؛ وإما أن يستحيل التحكم في البيئة المحيطة بالمنظومة ولا يمكن معالجتها. وعادة ما تخلق البيئة المحيطة بالمنظومة نوعًا من القيود الفعلية التي تجعل بعض الحلول غير ممكنة. فالقيود تكون قيودًا تكنولوجية، وهي التي قد تحول دون الإنتاج بأسرع وقت ممكن وأقل تكلفة ممكنة؛ أو قيودًا سياسية، وهي التي قد تؤثر في عدم استيراد خامات بأقل سعر من دولة ممنوع التعامل معها؛ أو قيودًا اقتصادية، وهي التي قد تحول دون استمرار الإنتاج حتى لا تحدث بطالة بين العمال؛ أو قيودًا اجتماعية، وهي التي قد تحتم بإنتاج منتج معين يتمشى مع أنواق المستهلك؛ أو قيودًا قانونية، وهي التي قد تتعلق بالتشريعات التي تحكم مختلف الأنشطة في الدولة؛ أو قيودًا دينية، وهي التي قد تحرم قتل الحيوان عند تصنيع اللحوم.



وتؤدي هذه القيود إلى تضيق فضاء أو فراغ الحلول الممكنة التي لا تتعارض معها (Feasible Solution Space): فتصبح الحلول غير الممكنة في الفراغ أو الفضاء (Non-Feasible Solution Space) غير مجدية، لأنها تتعارض مع هذه القيود. كما يمكن البحث عن الحل الأمثل أو مجموعة الحلول المثلى (Optimal Solutions) في فراغ الحلول الممكنة. وتعتمد قدرة المنظومة على إمكانية تحقيق الأهداف في تصميمها ورقابتها. فتصميم المنظومة ما هو إلا تنظيم مسبق لمكوناتها، فكلما يكون التصميم جيداً، تسهل عمليات صنع القرار في عمليات التحويل. كما أن رقابة المنظومة ما هي إلا ملائمة الأنشطة مع الخطط والأهداف الموضوعية.

والمنظومات (Systems) ذات طبيعة متسلسلة هرمياً، بمعنى أن كل منظومة رئيسية تشكل مجموعة من المنظومات الفرعية (Subsystems) التي بالتالي تُعدّ مكونات أو عناصر للمنظومة الرئيسية. كما أن كل منظومة فرعية تشكل مجموعة من المنظومات الجزئية (Sub-Subsystems). فإذا نظرنا إلى القطاع الاقتصادي في دولة ما كمنظومة رئيسية، نجد أن المؤسسات الإنتاجية ما هي إلا منظومات فرعية، وبالتالي فالإدارة الهندسية، والإدارة المالية، والإدارة التجارية، والإدارة القانونية في المؤسسة الإنتاجية ما هي إلا منظومات جزئية لكل منظومة فرعية.

### مفهوم إنتاجية المنظومات:

من الجدير بالذكر، أن أي نشاط يتم فيه تحويل مقومات معينة إلى نواتج ذات قيم مضافة، يمكن صياغته في منظومة إنتاجية (Production System) تكون مدخلاتها في صورة مقومات إنتاجية، ومخرجاتها في صورة نواتج مصنعة كالسلع، أو مقدّمة كالخدمات. لذلك فإنه يمكن تصنيف المنظومة الإنتاجية إلى منظومة تصنيعية أو منظومة خدمية، ويمكن تعريفهما على النحو التالي:

**منظومة إنتاجية تصنيعية (Manufacturing System).** تنتج المنظومة التصنيعية سلعاً ملموسة يمكن قياسها وتخزينها واستهلاكها في أوقات لاحقة. فهي تقوم بتصنيع مقومات إنتاجية من مواد ومعدات وعمالة وطاقة وغيرها، إلى نواتج مصنعة من سيارات وثلاجات وملابس وأغذية. والمنظومات التصنيعية

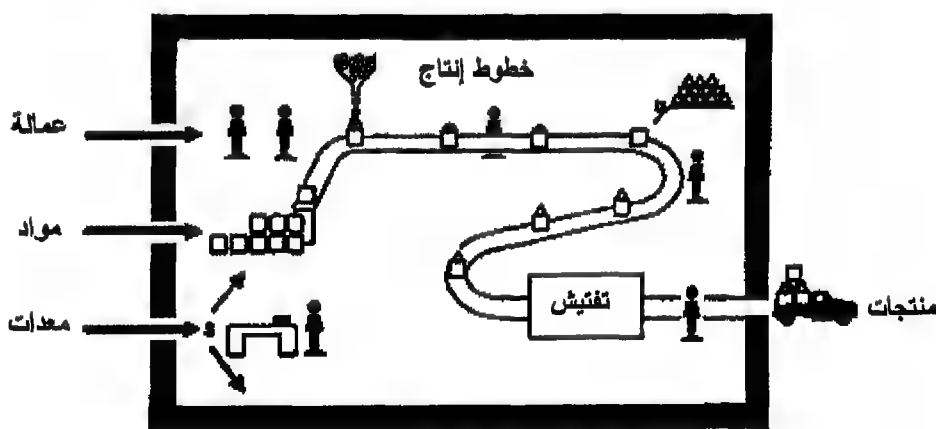
تُصنّف عادة على أساس إما تصنيع للتخزين (Make-to-Stock) كالسلع المنزلية، أو تصنيع حسب الطلب (Make-to-Order) كالمأكولات الطازجة. ويمكن تقديم بعض الأمثلة للمنظومات التصنيعية على النحو التالي:

■ مصنع إنتاجي مدخلاته عبارة عن مواد ومعدات وعمالة وغيرها، وعملية تحويل هذه المقومات عبارة عن تصنيع سلع مختلفة، ومخرجاته عبارة عن سلع منتجة ترضى أذواق المستهلك.

■ معمل تخليقي مدخلاته عبارة عن خامات نباتية وكيميائية وأجهزة تخليق وفنيين صيدلة وغيرها، وعملية تحويل هذه المقومات عبارة عن تخليق أدوية لعلاج أمراض معينة، ومخرجاته عبارة عن أدوية مُخلّقة لشفاء المرضى.

■ ورشة حرفية مدخلاتها عبارة عن خامات معدنية أو خشبية وِعِدَد وحرفيين حدادة أو نجارة وغيرها، وعملية تحويل هذه المقومات عبارة عن إصلاح سلع أو مُعدّة معطلة، ومخرجاته عبارة عن سلع أو مُعدّة تعمل بكفاءة لصالح الحائز.

والمنظومات التصنيعية تتعامل أساسًا مع تخطيط وتوزيع وجدولة ومتابعة الخامات والمنتجات. والكفاءة في هذه المنظومات تعتمد أكثر على الماكينات والمعدات، حتى يمكن قياسها. والشكل رقم (2 - 3) يوضح منظومة تصنيعية.



شكل رقم (2 - 3) : منظومة إنتاجية تصنيعية

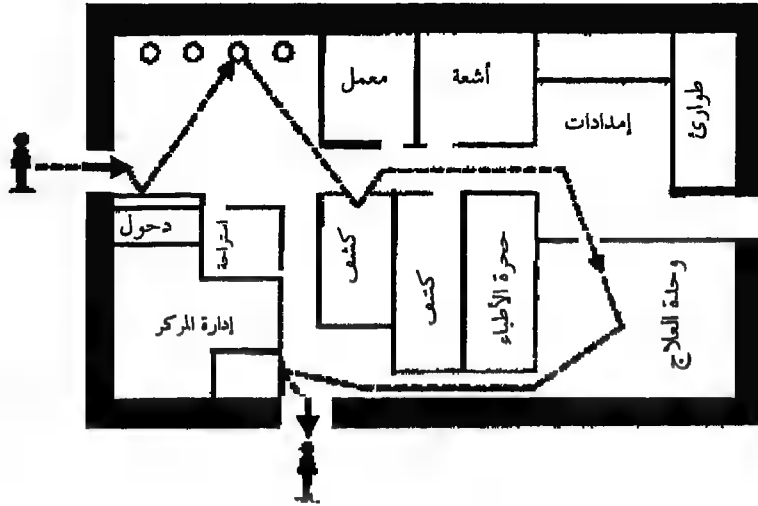
**منظومة إنتاجية خدمية (Service System).** تنتج المنظومة الخدمة منتجًا غير ملموس، يقدّر قيمته مباشرة للعملاء وقت تقديم هذا المنتج. فهي تقوم بتحويل مقومات إنتاجية من مواد وأجهزة ومهنيين وطاقة وغيرها، إلى خدمات مقدمة للمواطنين من علاج مريض أو تعليم طالب أو خدمة مودع أو غيرها. وتتميز المنظومات الخدمية بأن المواقع التي تعمل فيها غير مركزية، والطلبات عليها متغيرة بكثرة حسب رغبة وأذواق العملاء، والمدخلات دائمة التغيير حسب نوع الخدمة المطلوبة، والمخزون لا حاجة له، والنواتج دائمًا تفصيلية حسب طلب العميل، والجودة دائمًا متغيرة حسب خبرة مقدم الخدمة. وكثير من المنظومات الخدمية كالمكاتب السياحية، وسماسرة البورصة، تعتمد على مستوى وجودة أداء القائمين على تقديم هذه الخدمات؛ في حين أن بعض التنظيمات الخدمية كشركات الاتصالات تعتمد أكثر على استخدام الأجهزة والمعدات. ويمكن تقديم بعض الأمثلة للمنظومات الخدمية على النحو التالي:

■ **جامعة تعليمية** مدخلاتها عبارة عن مواد علمية ومدرجات للمحاضرات، ومعامل تجريبية وأعضاء هيئة تدريس وطلبة من الجنسين وغيرها، وعملية تحويل هذه المقومات عبارة عن تعليم وتدريب الطلبة، ومخرجاتها عبارة عن خريج جامعي ينفع نفسه، ويفيد وطنه.

■ **مستشفى علاجي** مدخلاته عبارة عن أدوية وأسرّة للمرضى ومعامل طبية ومسارح عمليات وأطباء ومرضى وغيرها، وعملية تحويل هذه المقومات عبارة عن تقديم علاج للمرضى، ومخرجاته عبارة عن إنسان معافى.

● **بنك تجارى** مدخلاته عبارة عن استثمارات وأوراق مطبوعة وأجهزة حسابية وأموال نقدية وشيكات مالية وعملاء وموظفين مهنيين وغيرها، وعملية تحويل هذه المقومات عبارة عن تقديم خدمات بنكية للعملاء، ومخرجاته عبارة عن عملاء نفذت لهم طلباتهم القانونية من صرف أو إيداع أموال، أو فتح خطابات اعتماد، أو عمل خطابات ضمان.

والمتابعة فى المنظومات الخدمية تركز على تدفق العملاء، وثلبية رغباتهم فى أقل وقت ممكن، وبأقل تكلفة ممكنة. ومن الصعب قياس الكفاءة فى هذه المنظومات الخدمية لأنها تعتمد أكثر على العامل البشرى، وليس على المعدات كما فى المنظومات التصنيعية. والشكل رقم (3 - 3) يوضح منظومة خدمية.



شكل رقم (3-3) : منظومة إنتاجية خدمية

وصياغة أى نشاط فى منظومة إنتاجية، سواء كانت تصنيعية أم خدمية تهدف إلى أحد الأغراض التالية:

- معالجة مشكلة معينة حدثت فى نشاط قائم لتحقيق هدف معين، أو
- تحسين أداء نشاط قائم معين للحصول على نواتج بأفضل جودة وأقل تكلفة، أو
- تصميم منظومة إنتاجية حديثة لأداء نشاط مستقبلى معين، بمستوى أداء محدد، وبنواتج متوقعة معينة.

وقد أصبح من الصعب التفرقة بين تعريف السلعة وتعريف الخدمة، فتحسين السلعة يتم عن طريق إضافة خدمة، وتحسين الخدمة يتم عن طريق إضافة سلعة.

## الفصل الثانى: إيجابيات توظيف الإدارة

الإنتاج هو العصب الرئيسى فى أى نظام اقتصادى، فتحويل مقومات الإنتاج من مواد ومعدات وعمالة وغيرها، إلى نواتج من سلع وخدمات ذات قيم مضافة تمثل منظومة إنتاجية ناجحة. ولا يتأتى أى تقدم محسوس فى أى منظومة إنتاجية إلا بوجود الأفكار الجريئة (Ideas)، والمصادر الوفيرة (Resources)، والإدارة الحديثة (Management). وبصرف النظر عن وجود الأفكار المبدعة، وتوافر الموارد المطلوبة، فلن يحدث أى تقدم محسوس بدون وجود الإدارة الواعية الرشيدة.

### مفهوم علمية الإدارة:

الإدارة بمعناها التقليدى هى تخطيط وتنظيم وتحليل ومراقبة عمليات تحويل مقومات إنتاجية من خلال منظومة معينة، وتحت ظروف رقابية محددة، بغية الحصول على نواتج ذات قيم مضافة لقيم المقومات، وذلك طبقاً للأهداف الموضوعية. وبمعنى آخر، فإن إدارة أى مؤسسة إنتاجية تتضمن المسئولية الكاملة عن تحديد مقومات الإنتاج، وتحويلها — طبقاً لخطة إنتاجية موضوعية مسبقاً بهدف الاستفادة الكاملة من المقومات المتوافرة — إلى سلع بمواصفات معينة حسب طلبات وأذواق المستهلكين، أو خدمات محددة طبقاً لاحتياجات ورغبات البنى آدميين.

ومن المسلم به، أن مدى نجاح أى مؤسسة إنتاجية، يعتمد اعتماداً كلياً على كيفية صياغتها فى منظومة علمية متكاملة عاملة فى بيئة محيطية صالحة من خلال مناخ إدارى مثالى. والدليل على ذلك أن المصريين الذين يعملون فى الدول العربية، والذين هاجروا إلى أوروبا وأمريكا، والذين يشتغلون فى شركات أجنبية فى مصر، ينجحون، بل يتفوقون على أقرانهم الذين يعملون فى مؤسسات وطنية، لأنهم يزاولون عملهم من خلال منظومة هادفة ودافعة ومحفزة، ويعيشون فى بيئة منشطة ومشجعة ومحبذة. أما الذين يعملون فى مؤسسات وطنية أو شركات محلية، فهم يفشلون فى حسن استخدامهم لقدراتهم وإمكاناتهم، وحسن إدارتهم لعلاقاتهم الإنسانية؛ لأنهم يعيشون فى بيئة غير صالحة، وغير صحية، وغير

مريحة ويعملون من خلال منظومة مقلقة لا تعرف الاستقرار، وحاقدة لا تعرف التعاون، ومحبطة لا تعرف التشجيع، وهدامة لا تعرف النجاح.

فالإدارة الحديثة فن، إذ لديها المقدرة على حصر القدرات والإمكانات والطاقات التي يتميز بها أفراد المجموعة، ثم توليف هذه الخصائص لدى المرءوسين في منظومة إدارية؛ بغية الوصول إلى نواتج ذات قيم مضافة عالية بأقل تكلفة للمقومات. ويمكن تشبيه هذه المنظومة بسيمفونية ذات عناصر مؤلفة لتعطى لحناً يتذوقه المستمعون. وإدارة هذه المنظومة تشبه قيادة الأوركسترا التي تقود العازفين.

والإدارة الحديثة علم، إذ لديها المقدرة على التعامل المنطقي للمنظومات الكبيرة والمتشعبة والمعقدة، والتحليل العلمي للمكونات والعناصر والمتغيرات، والاستخدام الأمثل للمعلومات التي تدعم صنع القرارات الرشيدة في أقصر وقت ممكن.

والإدارة الحديثة انضباط، إذ لديها المقدرة على تطبيق الإجراءات والتعليمات والتوجيهات والإرشادات في المنظومة الإدارية على الجميع بدون تفرقة بين عامل صغير وموظف كبير، أو بين زبون فقير وعمال ملهى، أو بين شخص ضعيف وآخر قوى. وهذا هو الذى يجعل كل إنسان يؤمن بأنه مثل كل إنسان أمام الإدارة، ولا تهاون مع أى خطأ سواء كان بسيطاً أم فادحاً.

وقد تعددت المدارس الفكرية التي توضح أساليب الإدارة ووظائفها فى أى منظومة إنتاجية. ويمكن بلورة ثلاث مدارس فكرية لأساليب الإدارة على النحو التالى:

**فكر وظيفي (Functional School of Thought).** وهو فكر تقليدى يعتمد على وظائف الإدارة التقليدية من تخطيط ومتابعة لمختلف أنشطة المؤسسة.

**فكر سلوكي (Behavioral School of Thought).** وهو فكر إنسانى يعتمد على تركيز الإدارة على العلاقات الإنسانية والسلوك التنظيمى، وتعمل الإدارة من خلال أشخاص فى وظائف تنظيمية هرمية، لقيادة مختلف أنشطة المؤسسة.

## فكر منظومي (Systematized School of Thought). وهو فكر

علمي يعتمد على تركيز الإدارة على طبيعة أنشطة المنظومة المتكاملة، وتوفير العلاقة والتعاون بين مكوناتها، وفي ذلك تستخدم قواعد البيانات والمعلومات، وأساليب الرياضيات والإحصاء لصنع القرارات، حتى تتحقق أهداف المؤسسة. ويجدر الإشارة إلى أنه إذا تحقق الحل الأمثل لكل من المنظومات الفرعية مستقلة بعضها عن بعض، فلا ضمان في تحقيق الحل الأمثل للمنظومة الرئيسية.

وقد أدى كبر حجم المؤسسات الإنتاجية، وكثرة نشاطاتها، وتباين مجالاتها، وتعقد عملياتها، إلى ضرورة إيجاد إدارة علمية تواجه المستقبل بمعلومات المستقبل، وليس بمعلومات الماضي أو بمعلومات الحاضر. وقد قدم الأستاذ الدكتور George Dantzig جامعة إستانفورد تعريفاً للإدارة العلمية وبحوث العمليات، وهو على النحو التالي:

" الإدارة العلمية وبحوث العمليات اسمان لشئ واحد، يرمزان إلى علم صنع القرار وتطبيقاته، وميكنة صنع القرار بدون تدخل بشري ".

وقد ركز هذا التعريف على نقطتين أساسيتين هما: أن بحوث العمليات هي الإدارة العلمية ، وأن ميكنة جميع القرارات ممكنة.

وبالرغم من أن الأساليب الرياضية والحاسبات الآلية قد ساعدت في ميكنة بعض القرارات الروتينية التي قد تصل إلى حوالي 70% من القرارات الإدارية الكلية، فإن صنع القرار هو عمل بشري محض، ويساعده في ذلك جمع المعلومات وتحليلها، هذا بالإضافة إلى العوامل التي لا يمكن تقويمها كالعوامل الإنسانية. أما القرارات الروتينية التي يمكن ميكنتها مستخدماً الكمبيوتر، فهي على سبيل المثال لا الحصر: مراقبة حجم المخزون، ومراقبة كمية الإنتاج، وهي التي يتطلب تمثيلها في نماذج رياضية نمطية وحلها مستخدماً بعض الأساليب الرياضية والإحصائية.

ويتضح من ذلك أن الإدارة العلمية ما هي إلا مجموعة من الأفكار المبتكرة التي صُممت لتزويد من ترشيد القرارات الإدارية، وتعطي تفهماً في مجالات الأنشطة الإدارية التي كانت تعالج تقليدياً بأحكام سطحية. وفي ظل

التكنولوجيات الحديثة، وطبيعة المشكلات الديناميكية، ومن خلال خبرتي الصناعية والأكاديمية والاستشارية، أرى أن أنسب تعريف للإدارة العلمية هو على النحو التالي:

" الإدارة العلمية هي أسلوب فلسفي يعاون الإدارة في صنع قرارات تنفيذية رشيدة في أوقات مناسبة وبسرعة ملائمة، من خلال منظومات كيفية لتحديد المشكلات وتشخيصها، ونماذج كمية لتحليل المشكلات ومعالجتها "

فالإدارة العلمية تبحث في صنع القرارات الرشيدة التي تتضمن عادة عوامل ملموسة (Tangible Factors) وعوامل غير ملموسة (Intangible Factors)، حيث إن العامل البشري دائم الوجود في كل بيئة. لذلك فإن الإدارة العلمية يجب أن يُنظر إليها في اتجاهين: اتجاه فني (Art)، واتجاه علمي (Science). فالاتجاه الفني هو استخدام الإمكانيات والقدرات والابتكارات الشخصية في جميع المراحل التي تسبق وتلي معالجة المشكلات الإدارية. أما الاتجاه العلمي فهو استخدام الأساليب الرياضية والإحصائية في حل النماذج التي تمثل منظومات المشكلات الواقعية.

وبالرجوع إلى التعريف السالف الذكر، نجد أن الإدارة العلمية لها خصائص معينة يمكن أن نسردها على النحو التالي:

- الإدارة العلمية هي أسلوب (Approach) وليست تخصصاً (Discipline)، فيمكن تعلم أساليب الإدارة العلمية بواسطة عدة متخصصين ذوي تخصصات متباينة تخدم وظائف تنظيمية مختلفة.

- الإدارة العلمية تُستخدم لتعاون الإدارة في تحليل الأحداث وصنع القرارات (Decision - Making Approach)، وليست لتحل محلها، فهي تُستخدم في تحليل المتغيرات لصنع القرارات الروتينية، وفي تحديد البدائل لصنع القرارات غير الروتينية.

- الإدارة العلمية تتبع الأسلوب الهندسي (Engineering Approach) الذي يُستخدم في معالجة المشكلات ، أي صنع القرارات التنفيذية في أقرب وقت ممكن.



• الإدارة العلمية تتمثل في تحليل المنظومات الواقعية التي تعبر عن المشكلات الحقيقية (Pragmatic Approach)، واتخاذ القرارات على أساس الحقائق.

■ الإدارة العلمية تتمثل في استخدام النماذج الرياضية التي تعطى تمثيلاً حقيقياً للمنظومات الواقعية (Modelling Approach)، حتى يمكن الحصول على حلول مثلى لهذه النماذج وتطبيقها لمعالجة المشكلات الحقيقية.

ويتكون مجال الإدارة العلمية من مجموعة أساليب مترابطة ومتحدة في الأهداف المشتركة لتحسين الأداء الإداري. وتتراوح هذه الأساليب ما بين طرق تستخدم في زيادة فهم واستيعاب المشكلات الإدارية، وطرق كمية تستنتج قواعد تحليلية لصنع القرارات. ويمكن إيضاح هذين الأسلوبين على النحو التالي:

**أساليب كمية (Qualitative Techniques).** تعتمد هذه الطرق الكيفية على أسلوب المنطق (Logic Approach)، بالإضافة إلى نظرية الفئات (Set Theory)، ونظرية المجموعات (Group Theory)، ونظرية الرسومات (Graph Theory)، وذلك لدراسة خواص وعلاقات مكونات المنظومة الإنتاجية. وعادة ما يسبق النموذج الكيفي في معالجة المشكلات النموذج الكمي. والتفكير المنطقي، مع العلم بأن الأحاسيس الداخلية لصانع القرار لا يعنى عدم الثقة في المنهج العلمي.

**أساليب كمية (Quantitative Techniques).** تعتمد هذه الطرق الكمية على التشكيل الرياضي الذي يتكون عادة من تصغير أو تكبير دالة الهدف، في ظل مجموعة من القيود المتباينة التي تتمثل في معادلات رياضية، ويمكن أن تكون هذه العلاقات الرياضية محدّدة (Deterministic)، أو احتمالية (Probabilistic)، أو عشوائية (Stochastic).

### مفهوم نمذجة الإدارة:

من خصائص الأساليب الكمية أنها ذات صبغة علمية، إذ إن الهدف منها هو المساعدة في إيجاد وسائل تحسين كفاءة منظومات التشغيل الحالية أو المستقبلية، ولإنجاز ذلك فإنه يجب التعرف على حقائق العمليات، وتوضيح النظريات التي تشرح هذه الحقائق، واستخدام هذه النظريات والحقائق لاستشراف العمليات المستقبلية في تحقيق هدف معين. ويعزو الرواد الأوائل حداثة ما يقومون به إلى

عاملين: أولهما يتعلق بظاهرة خضوع منظومات التشغيل (Operating Systems) إلى الدراسة العلمية؛ وثانيهما يتعلق بترتيبات الإدارة التي طُوِّرت بهدف التنفيذ العملي لما تم استخلاصه من الدراسة العلمية.

ويطلق على النمذجة الرياضية والأساليب التحليلية مصطلح "بحوث العمليات" كمنهج علمي، خرج إلى حيز الوجود خلال الحرب العالمية الثانية. وعلى الرغم من اتساع نطاق دراسات بحوث العمليات، وتنوعها لتشمل كثيرًا من التطبيقات العسكرية والمدنية، فإن الاصطلاح بقي يستخدم في جميع التطبيقات. وهناك عدة مرادفات لاصطلاح بحوث العمليات (Operations Research). فالبريطانيون يفضلون الإشارة إلى بحوث العمليات بالمصطلح (Operational Research)، والأمريكيون يستخدمون اصطلاح علم الإدارة (Management Science). وهناك تعريفان تبنتهما جمعيتا بحوث العمليات في كل من بريطانيا وأمريكا. فالتعريف الذي قدمته جمعية بحوث العمليات البريطانية هو على النحو التالي:

**"بحوث العمليات هي تطبيق الوسائل العلمية على المشكلات المعقدة المتعلقة بتوجيه وإدارة المنظومات الكبرى التي تضم القوى البشرية والآلات والمواد والأموال في هيئات الصناعة والأعمال، بالإضافة إلى المؤسسات الحكومية والعسكرية".**

وتعتمد منهجية بحوث العمليات على تطوير نموذج علمي للمنظومة التي تحتوي على قياسات لكثير من العوامل مثل درجة التقريب في استشراف ومقارنة الإستراتيجيات والقرارات المتعددة، بغرض تقديم المساعدة إلى الإدارة في تحديد سياساتها. أما التعريف الذي قدمته جمعية بحوث العمليات الأمريكية فهو على النحو التالي:

**"تهتم بحوث العمليات بالاختيار العلمي لأفضل تصميم وتشغيل لمنظومات الإنسان والآلة (Man-Machine Systems)، وفي ظروف تتطلب تخصيصًا للموارد المحدودة".**

وعلى الرغم من أن كلاً من التعريفين يغيب عنه الشرح الدقيق لعلم بحوث العمليات، فإنهما يميلان إلى التأكيد على أن الحافز للقيام بدراسات بحوث العمليات هو مساعدة صانع القرار في التعامل مع المشكلات العلمية المعقدة.

ويؤكد التعريفان السابقان على المنهجية العلمية. ولربما أمكن تقديم تعريف أوفق لبحوث العمليات يشير إلى رؤيتي الواقعية، وخبرتي العملية، وهو على النحو التالي:

"بحوث العمليات هي فرع من فروع العلوم الطبيعية التي توظف المنهج العلمي لتوفير أسس المعرفة، وهو يتميز بدراسة ظواهر منظومات التشغيل، ثم تمثيل هذه المنظومات بنماذج رياضية تمثل الواقع، إما بصورة دقيقة معقدة، وإما بصورة تقريبية مبسطة. وتنطوي هذه النماذج على تحليل المتغيرات والثوابت، والأهداف والقيود، باستخدام الأساليب الرياضية والإحصائية، واستغلال إمكانات الحاسبات الآلية، للتأكد من صلاحية الاستنتاجات الناتجة من هذه النماذج، تمهيداً لتطبيقها لمعالجة المشكلات الواقعية".

ويمكن القول بأن مضمون "بحوث العمليات" كعلم، هو تطبيق المنهج العلمي في مجال منظومات التشغيل. والمنهج العلمي هو عبارة عن عدة خطوات منطقية متتابعة، يجب اتخاذها عند معالجة المشكلات الواقعية. ومما هو جدير بالذكر، أن العالم الرياضي الخوارزمي له دور بارز في وضع وتطوير ذلك المنهج في القرن التاسع الميلادي، مما حدا بإطلاق مصطلح "الخوارزميات" على الأساليب الرياضية.

وبالرجوع إلى التعريف السالف الذكر، نجد أن بحوث العمليات لها عدة سمات رئيسية، منها ما هو على النحو التالي:

■ بحوث العمليات في مضمونها العلمي هي أسلوب من أساليب العلوم التطبيقية (Applied Science Approach) ، إذ تستخدم الأساليب العلمية من رياضيات وإحصاء وحاسبات في تشخيص المشكلات الطبيعية، وصياغتها في منظومات واقعية بمدخلاتها وتحويلات ومخرجاتها، وتمثيل هذه المنظومات بنماذج رياضية بمتغيراتها وثوابتها وأهدافها وقيودها، للحصول على استنتاجات عملية تساعد صانع القرار في معالجة هذه المشكلات.

● بحوث العمليات في مضمونها العلمي هي أسلوب من أساليب

المجموعات التخصصية (Specialized Grouping Approach)، إذ تتطلب مهارات وخبرات الأخصائيين في مختلف المجالات. ونظراً لتعدد مجالات تطبيقها في الصناعة والزراعة والتجارة والصحة والتعليم وغيرها، فيفضل أن يتولى فريق بحثي من الأخصائيين في مجال المشكلة المطلوب معالجتها، مع باحثي العمليات.

• بحوث العمليات في مضمونها العلمي هي أسلوب من أساليب الحلول المتوازنة (Balanced Solution Approach)، إذ تتبنى وجهة النظر المنسقة بين مختلف قطاعات المنظومة المتكاملة، وتسعى إلى إزالة للتعارضات بين مختلف النشاطات بطريقة تجعل المنظومة المتكاملة أكثر انسجاماً وتناسقاً، كما تقود إلى حل يوازن بين متطلبات جميع القطاعات، بحيث يكون هذا الحل حلاً أمثل من بين مجمل الحلول الممكنة. فأهداف قطاعات المنظومة المختلفة في نفس المؤسسة الإنتاجية كثيراً ما تكون متعارضة (Diametrically Opposed). فقطاع الإنتاج يهدف إلى دورة إنتاجية طويلة لمنتج معين تفادياً لتغيير العيد والمرشدات والمثبتات والإسطمبات، في حين أن قطاع التسويق يفضل توافر سلع مختلفة المواصفات والأنواع آملاً في زيادة للتوزيع، وقطاع المخازن يرى أنه كلما كان المخزون قليلاً أو صفرًا يكون أفضل تحسباً للمسؤولية، وقطاع الشؤون المالية يهدف إلى زيادة معدل دوران رأس المال تخوفاً من تجمد الأموال؛ في حين أن الهدف الرئيسي للمؤسسة الإنتاجية هو تعظيم للربحية.

وعند التفكير في الدروس المستفادة من إنشاء وتطوير بحوث العمليات في المجال العسكري والمدني، نستنتج بعضاً من هذه الدروس التي نوجزها على النحو التالي:

- تمثل المؤسسات العسكرية أحد عوامل الدفع المهمة نحو التطور والتقدم العلمي، نظراً لتعاملها مع متطلبات الأمن القومي، وما يتبعه من قيادة حازمة، ومناخ جدي، وتمويل سخى، مما يوفر البيئة المناسبة للبحث العلمي.
- تؤدي أوقات الشدة إلى تضافر جهود المخلصين على الرغم من تباين خلفياتهم العلمية وأنشطتهم العملية في المجال العسكري أو المدني.
- تأخذ الريادة المخلصة على عاتقها حمل الشعلة حتى يخرج علم ما كبحوث

العمليات إلى حيز الوجود، ويتطور على أسس قوية، وإصرار الرواد على المضى في تطوير علم بحوث العمليات وتوثيقه وتوسيع مجالاته، وتدريب طلابه، حتى بلغ هذا العلم مرحلة البلوغ.

• تعتمد دراسات بحوث العمليات على التفاعل والتفاهم التام بين القائمين على هذه الدراسات والمستفيدين منها، الأمر الذي يستدعى مراعاة الاحتياجات والقيود التي تؤثر على طرق تحليل ومعالجة المشكلات.

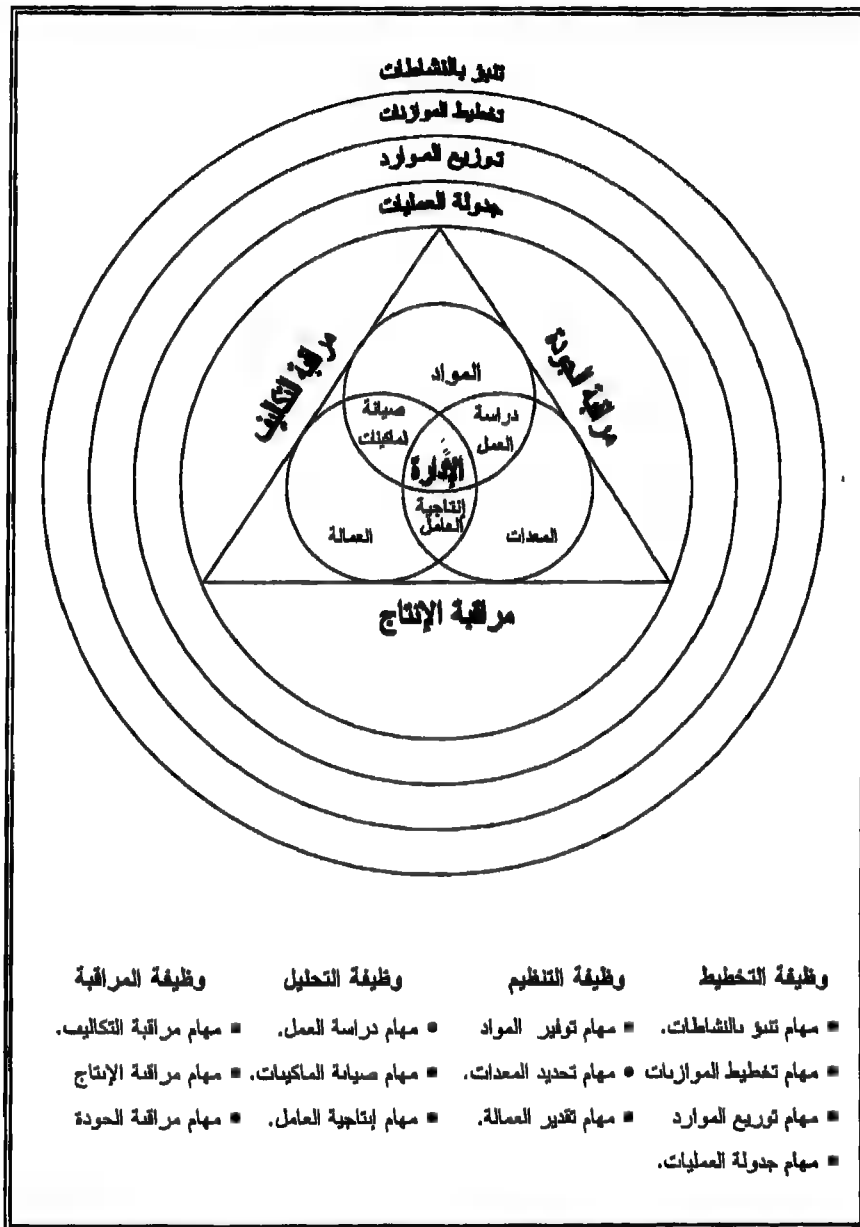
• تؤدي الحاسبات الآلية دوراً رئيسياً في تطور وانتشار دراسات بحوث العمليات. فقد أدى التفاعل الإيجابي بين علوم الحاسب، وبحوث العمليات، ونظم المعلوماتية إلى زيادة القدرات التحليلية لمعالجة المشكلات ذات الحجم والتعقيد والتشابك الكبير.

• تزداد استفادة الجهة المستفيدة من نتائج دراسات بحوث العمليات، كلما اقترب فريق الدراسة من أعلى المستويات من صانعي القرار.

• تعتمد معالجة المشكلات على باحثي العمليات وأخصائي منظومات التشغيل في المجالات المتعددة، مستخدمين في ذلك نظم المعلوماتية التي أحدثت ثورة فكرية في تطبيقات بحوث العمليات.

### مفهوم وظائف الإدارة:

تقوم الإدارة الحديثة في المؤسسات الإنتاجية، سواء كانت تصنيعية أو خدمية، بعدة وظائف ومهام معينة بغية تحقيق أهداف موضوعية. وتجمع هذه الوظائف بين تخطيط طلبات الإنتاج، وتنظيم مقومات الإنتاج، وتحليل مساعدات الإنتاج، ومراقبة عمليات الإنتاج. وكل من هذه الوظائف لها توابعها الفرعية. ويمكن توضيح العلاقة بين الوظائف الرئيسية والمهام الفرعية في الشكل رقم (4 - 3). وسوف نتناول هذه الوظائف بشرح مبسط حتى نتفهم العلاقة بين الوظائف التي تجمع التخطيط والتنظيم والتحليل والمراقبة، ومهام هذه الوظائف، وذلك على النحو التالي:



• شكل رقم (4 - 3): وظائف ومهام إدارية في المنظومات الإنتاجية

**وظيفة تخطيط النشاطات (Planning Function).** من الوظائف الرئيسية التى تساهم فى إدارة مؤسسة إنتاجية سواء كانت تصنيعية أو خدمية، عملية التخطيط التى تهتم بوضع خطط للأنشطة الدورية المتجددة على كل من المدى القصير والمدى الطويل، وذلك بتحديد الأهداف المستقبلية ووسائل تنفيذ هذه الأهداف، وتجميع البيانات الإحصائية ووسائل تقويم هذه البيانات، ووضع خطط بديلة مبنية على افتراضات مستقبلية واختيار الأنسب، وتجزئة الخطة الرئيسية إلى خطط فرعية لمختلف الأنشطة وتوقيت مدد التنفيذ، ثم متابعة وتقويم الخطة المنفذة بصفة دورية فى ضوء التوقعات الجديدة مع علاج الأخطاء التى قد تحدث. والمهام الفرعية للتخطيط الممثلة فى أربع دوائر كبيرة بالشكل، يمكن شرحها على النحو التالى على النحو التالى:

■ **مهام تنبؤ بالنشاطات (Activity Forecasting).** تركز عملية التخطيط على عدة مهام، منها: التنبؤ للتعرف على الأحداث المحتملة أو المرتقبة، والتنبؤ هو تقدير مستقبلى معتمد على أسس إحصائية موضوعية، ومؤشرات استنتاجية واقعية. أما التوقع فهو تقدير مستقبلى معتمد على المقدرة الذاتية فى تطويع البيانات والمعلومات والمؤشرات، فى حين أن التخمين من أخطر ما يمكن؛ لأنه يستند على التهيؤات والتخيلات والأمنيات بدون برهان.

■ **مهام تخطيط الموازنات (Capital Budgeting).** تركز عملية التخطيط على عدة مهام، منها الموازنة التى تترجم جميع الأنشطة التى تشمل الخطة إلى أرقام مالية، وتعطى قيمة الأصول المتداولة، والقيم الاستهلاكية، والتدفقات النقدية تبعاً للاحتياجات اللازمة من قوى بشرية، وخامات أولية، وأساليب إنتاجية، وكذا التوقعات المالية نتيجة المبيعات. هذا بالإضافة إلى قيم الأموال المتدفقة الشهرية، واستهلاك الأصول لحساب الضرائب السيادية.

■ **مهام توزيع الموارد (Resource Allocation).** تركز عملية التخطيط على عدة مهام، منها التوزيع الأمثل للموارد المتاحة على مختلف الأنشطة، بغية الوصول إلى الهدف سواء كان أقصى ربحية، أو أقل خسارة، أو أقل تكلفة، أو أعلى إنتاجية. ويمكن النظر إلى هذه العملية على أنها تخصيص عدة موارد متاحة لعدة سلع منتجة، بحيث يناسب حجم الإنتاج من كل سلعة، ويحقق هدف المؤسسة من كل منتج.

• **مهام جدولة العمليات (Process Scheduling).** تركز عملية التخطيط على عدة مهام، منها الجدولة المثل للعمليات الإنتاجية على خطوط الإنتاج، حتى يمكن التعرف على حجم إنتاج في فترة معينة، وبذلك يمكن حساب سعة الإنتاج في العام مثلاً. ويراعى في ذلك تحديد عمليات التشغيل وأزمنتها وتتبعها على الماكينات المنتجة.

**وظيفة تنظيم النشاطات (Systematization Function).** من الوظائف الرئيسية التي تساعد في إدارة مؤسسة إنتاجية سواء كانت تصنيعية أو خدمية، عملية التنظيم التي تهتم بالتعرف على مقومات الإنتاج حتى يمكن استخدامها الاستخدام الأمثل، وبذلك يزيد من المقدرة التنافسية في السوق، ويزيد نسبة الربحية. وتركز الإدارة دائماً على كفاءة أنشطة التنظيم. والمهام الفرعية للتنظيم الممثلة في ثلاث دوائر صغيرة داخل مثلث بالشكل، يمكن شرحها على النحو التالي:

• **مهام توفير المواد (Material Inventory).** تركز عملية التنظيم على عدة مهام، منها التحديد الأمثل للمواد الأولية التي تستخدم في إنتاج السلع المطلوبة خلال دورة زمنية معينة. وهذا يعني أنه يجب الموازنة بين تكلفة مخزون الخامات مقابل تكلفة معينة نشأت عن توقف الإنتاج بسبب نفاد المخزون منه، وبالتالي فقدان عملاء. وبالمثل يمكن التعرف على المخزون من المنتجات النصف مصنعة، والمنتجات التامة الصنع.

• **مهام تحديد المعدات (Equipment Determination).** تركز عملية التنظيم على عدة مهام، منها التحديد الأمثل للمعدات وخطوط الإنتاج التي تستخدم في إنتاج حجم معين من السلع المطلوبة، مراعيًا في ذلك التقنية المستخدمة، والإمكانات المتاحة. ويتطلب هذا تحديد معدلات الإنتاج.

• **مهام تقدير العمالة (Manpower Estimation).** تركز عملية التنظيم على عدة مهام، منها التحديد الأمثل للموارد البشرية المطلوبة لتحقيق الخطة، أي أداء حجم معين من الأعمال خلال فترة زمنية محددة، وكذا تحديد المتطلبات من أعداد ومهارات وخبرات وإمكانات الأفراد التي يجب توافرها، حتى يمكن القيام بالنشاطات المطلوبة. ويتطلب هذا تحديد الموصفات الاجتماعية والنفسية المناسبة التي تجعل العامل أكثر استعداداً ورغبة في أداء الأنشطة المطلوبة.

**وظيفة تحليل النشاطات (Analysis Function):** من الوظائف الرئيسية



التي تساهم في إدارة مؤسسة إنتاجية سواء كانت تصنيعية أو خدمية، عملية التحليل التي تهتم بدراسة وقياس العمل، وصيانة وإصلاح الماكينات، وكفاءة وإنتاجية العامل. والمهام الفرعية للتحليل الممثلة في تقاطع كل دائرتين من الدوائر الثلاث الصغيرة بالشكل، يمكن شرحها على النحو التالي:

• **مهام دراسة العمل (Work Study).** تركز عملية التحليل على عدة مهام، منها تحليل العمليات الحالية والمستحدثة عن طريق تسجيل طرق التشغيل الحالية، ثم تطويرها بهدف تقليل مجهود العامل، وتخفيض وقت التشغيل، وبالتالي تقليل التكلفة. والعمليات التكرارية الكثيرة العمالة يمكن تحسين طرق تشغيلها. كما أنه يمكن قياس العمل بعد اختبار عملية التحسين، حتى يمكن تحديد معدلات الإنتاج.

• **مهام صيانة الماكينات (Machine Maintenance).** تركز عملية التحليل على عدة مهام، منها تحليل عمليات الصيانة الوقائية الدورية، والإصلاح عند التوقف عن الإنتاج. ومن العوامل الضرورية التي توجب عمل برنامج صيانة وقائية مؤثرة، مراعاة معامل الأمان، واعتمادية المعدات، واستقرار العمالة، واقتصاديات التشغيل. كما أنه يمكن وضع سياسات لعمليات الصيانة والإصلاح على أساس التكلفة.

• **مهام إنتاجية العامل (Labor Productivity).** تركز عملية التحليل على عدة مهام، منها تحليل إنتاجية العامل التي عادة ما تقاس بالاستخدام المؤثر للمواد التي تنتج سلع أو خدمات، أي أن نسبة قيمة النواتج إلى قيمة المقومات يجب أن تكون أكثر من واحد صحيح، حتى تكون المنظومة مربحة. كما أن قيمة المخرجات تحدد بواسطة المستهلكين في السوق، أما تكلفة المدخلات فهي تُحدد أكثر بواسطة الموردين.

**وظيفة مراقبة النشاطات (Control Function).** من الوظائف الرئيسية التي تساهم في إدارة مؤسسة إنتاجية سواء كانت تصنيعية أو خدمية، عملية المراقبة التي تهتم بمراقبة عناصر تكلفة الإنتاج، ومراقبة الجودة، مع الالتزام بزيادة الإنتاجية دون التضحية بالجودة، والالتزام التام بمواعيد الإنتاج وتسليم المنتجات، وكذا الالتزام برضاء العملاء نتيجة انخفاض التكلفة، وتحسين الجودة، وزيادة المقدرة التنافسية. والمهام الفرعية للمراقبة الممثلة في أضلاع المثلث بالشكل، يمكن شرحها على النحو التالي:

- **مهام مراقبة التكاليف (Cost Control).** تركز عملية المراقبة على عدّة مهام، منها وضع التكاليف المعيارية (Standard Costs) التي تحسب على أساس معدل الخامات والعمالة والنفقات، ومقارنتها بالتكاليف الحقيقية (Actual Costs)، مع وضع سياسة لترشيد عناصر التكلفة، وضغط النفقات غير المباشرة على مستوى المؤسسة الإنتاجية ككل.
- **مهام مراقبة الإنتاج (Production Control).** تركز عملية المراقبة على عدّة مهام، منها وضع السياسات التي تحدد معدلات الإنتاج، وتحقيق اعتمادية المنظومة الإنتاجية لضمان إنتاج الكمية المخططة، وتحديد حجم العمالة، وتطبيق مبدأ الساعات الإضافية والحوافز لرفع حجم الإنتاج.
- **مهام مراقبة الجودة (Quality Control).** تركز عملية المراقبة على عدّة مهام منها، تحديد مستوى الجودة لمواصفات المنتج الذي يطلبه العملاء، خلال مرحلة التصميم الهندسي للمنتج ليفي بأهداف التسويق، وخلال مراحل الإنتاج للمواد الأولية وعمليات التشغيل، وخلال مراحل الاستعمال للضمان ضد الصناعة والأداء.
- وبالرجوع إلى الشكل رقم (4-3) الذي يوضح وظائف ومهام الإدارة، نجد أن المساحة الناتجة عن تقاطع الدوائر الثلاث داخل المثلث، تمثل الإدارة العليا، وهي العقل المدبر الذي يخطط وينظم ويحلل ويراقب مختلف الأنشطة في المؤسسة الإنتاجية، وتتخذ القرارات التي تؤثر تأثيراً مباشراً وفعالاً على هذه الأنشطة، وتعرف علمياً بالنطفة (Sperm).

## الفصل الثالث: إيجابيات تدعيم القرار

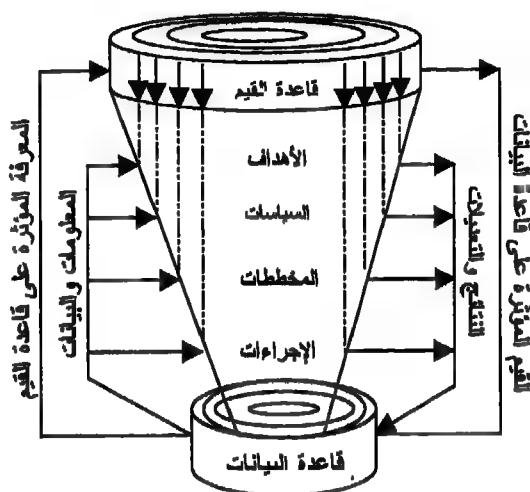
الإنسان مهما كان مستوى مركزه، أو نوع عمله، فإنه يمارس عادة صناعة القرار. فالمدير يختار أنسب أسلوب للفوز بشريحة من السوق أكبر من شريحة أى من منافسيه، والمهندس يختار أنسب أسلوب تشغيل خطوط الإنتاج حتى يزيد من إنتاجيته، والتاجر يختار أفضل السلع للمتاجرة فيها والحصول على أكبر ربحية، وسيدة المنزل تختار أنسب الطعام لتطعم أفراد أسرتها بأقل تكلفة، وعامل النظافة يختار أنسب الطرق لتنظيف الشارع بأقل مجهود.

وصنع القرار - لمعالجة مشكلة معينة أو للخروج من موقف متأزم - ما هو إلا عملية اختيار بين البدائل المطروحة، وبالتالي فإنه يخضع لأسلوب علمي يستلزم عدة إجراءات تنظيمية تضم مجموع الإجراءات التي تتخذ لخلق بدائل متباينة، ومجموع الأساليب التي تراعى لتقويم هذه البدائل، ومجموع العوائد التي تساعد على اختيار الأنسب.

وقد أصبحت عملية صنع القرار عملية صعبة التحقيق وباهظة الثمن في عصر يتسم بالتقدم السريع؛ لأنه أصبح عالم المعرفة السريعة، والمعلومات المتفجرة، والتقنية المستحدثة، والحياة المعقدة، والمخاطر المكلفة. فالقرارات التي كانت تستند إلى أساليب الحدس الشخصي، أو الحظ الاحتمالي، أو التخمين الفكري، أو المبنى على التجربة والخطأ (Trial & Error Decision)، أو الحالة المزاجية لصانع القرار، أو الإفتاء الفردي بمعنى أنه يقعد على "المصطبة" ويفتى (Hunch Decision)، كل هذا لم يعد يصنع قراراً رشيداً، مما يسبب في ضياع فرص ثمينة، وتكلفة باهظة في الجهد والوقت والمال. فأصبحت هذه الأساليب لا تحظى بالترحيب في صنع القرارات.

وصنع القرار الرشيد أصبح يقتضى قدراً كبيراً من البيانات والمعلومات، وتحديدًا كاملاً للتوابت والمتغيرات، وتحليلاً دقيقاً للسياسات والإستراتيجيات، وحساباً احتمالياً للمخاطر والأضرار، ومعالجة علمية للبدائل والاختيارات. ويتأتى هذا عن طريق إجراء السيناريوهات، وتصميم المنظومات، وتحديد السياسات، ودراسة المتغيرات، وتحليل المخاطر، ووضع الإستراتيجيات، والشكل رقم (5 - 3) : يوضح تدفق المعلومات لصنع القرار عن طريق تناعم قاعدة

البيانات مع قاعدة القيم من خلال تحديد الأهداف والسياسات والمخططات والإجراءات. ويلاحظ أن قاعدة البيانات تشكل الأساس في صنع القرار على جميع المستويات، في حين أن قاعدة القيم تؤثر على أهداف المؤسسة وسياساتها ومخططاتها وإجراءاتها.



شكل رقم (5-3) : تدفق المعلومات لصنع القرار

والعامل الشخصي يؤثر عادة في صنع القرار، حيث إنه مهما تقدمت التقنيات، واستخدمت الحاسبات، فإن تحليل المعلومات، وتحديد المتغيرات، وإجراء السيناريوهات، واختيار البدائل، وتحليل المخاطر، كل ذلك يعتمد أساساً على العامل الشخصي. أما التقنيات والحاسبات فما هما إلا وسائط تتسم بدقة المعالجات التحليلية، وسرعة الحصول على النتائج لدعم الإدارة في صنع القرار.

### مفهوم نماذج القرارات:

تعد كمية ونوعية المعلومات المتوافرة لاحتمال حدوث البدائل الممكنة هي الأساس المشترك في تصنيف القرارات. فهناك نماذج متعددة تستخدم في صناعة القرار وهي: قرارات في حالات محددة، وقرارات في حالات احتمالية، وقرارات في حالات عشوائية. ويمكن توضيح نماذج هذه القرارات مع تقديم مثال لكل حالة من هذه الحالات، على النحو التالي:

**قرارات في حالات مؤكدة (Decision-Making under Certainty).**  
وهي قرارات محددة لا تحمل أى مخاطر، وهى تصنع على أساس معلومات مؤكدة، بدون تحمل أى مخاطر، ويتلخص عمل صانع القرار فى مقارنة جميع البدائل، واختيار الأفضل أو الأنسب وفقاً لمقياس الفعالية، وتعرف رياضياً بالقرارات المحددة (Deterministic Decisions).

ويمكن توضيح الفكرة بمثال عددي بسيط، إذ نفترض وجود ثلاثة فنيين  $X, Y, Z$ ، كل منهم ذو مهارة معينة، ويمكنهم إصلاح ثلاثة أجهزة  $A, B, C$  بها أعطال مختلفة. والجدول يبين الوقت الذى يستغرقه كل من الفنيين فى إصلاح أى جهاز، بحيث إن كل فنى سيكلف بإصلاح جهاز واحد فقط، بشرط أن يكون إجمالى تكلفة الإصلاح أقل ما يمكن.

	الأجهزة		
	A	B	C
الفنيون			
X	3	7	4
Y	4	6	6
Z	3	8	5

مع مراعاة أنه إذا تم تكليف الفنى X لإصلاح الجهاز A مثلاً، سيرمز لها  $(X, A)$ ، وعليه يمكن سرد البدائل التالية:

مقياس الفعالية	البدائل المتباينة	البدائل
$14 = 5 + 6 + 3$	$(X, A), (Y, B), (Z, C)$	البديل الأول :
$17 = 8 + 6 + 3$	$(X, A), (Y, C), (Z, B)$	البديل الثانى :
$16 = 5 + 4 + 7$	$(X, B), (Y, A), (Z, C)$	البديل الثالث :
$16 = 3 + 6 + 7$	$(X, B), (Y, C), (Z, A)$	البديل الرابع :
$\textcircled{13} = 3 + 6 + 4$	$(X, C), (Y, B), (Z, A)$	البديل الخامس :
$16 = 8 + 4 + 4$	$(X, C), (Y, A), (Z, B)$	البديل السادس :

يتضح من ذلك أن الحل الأمثل هو البديل الخامس، وهو بمقياس فعالية 13 ساعة.

**قرارات في حالات مخاطرة (Decision-Making under Risk).**  
قرارات احتمالية، تحمل مخاطرة محسوبة، تصنع على أساس معلومات احتمالية،

مع إمكانية التنبؤ بالاحتمالات التي قد تحدث. ويتلخص عمل صانع القرار في تقدير درجة احتمال حدوث كل بديل، مع تحمل مخاطر محسوبة، ثم مقارنة البدائل بدلالة التوزيع الاحتمالي، واختيار الأفضل أو الأنسب وفقاً لمقاييس متعددة الفعالية، وتعرف رياضياً بالقرارات الاحتمالية (Probabilistic Decisions).

ويمكن توضيح الفكرة بمثال عددي بسيط، إذ نفترض أن أمام إحدى شركات الاستثمار ثلاث فرص للاستثمار في الأسهم. ونظراً لأن الوضع الاقتصادي غير مستقر، يوجد احتمال حدوث تضخم  $P_1 = 0.2$ ، واحتمال حدوث نمو  $P_2 = 0.5$ ، واحتمال حدوث ركود  $P_3 = 0.3$ . كما دلت الدراسات على أن الأرباح الناتجة من بيع الأسهم موضحة في الجدول كنسب مئوية. والمطلوب إيجاد أفضل البدائل وفقاً لمعيار أكبر قيمة متوقعة.

$P_3$	$P_3 = 0.3$	$P_2 = 0.5$	$P_1 = 0.2$
البدائل	حالة ركود	حالة نمو	حالة تضخم
$a_1$	8.0	12.0	7.0
$a_2$	10.0	25.0	- 2.0
$a_3$	8.5	16.5	6.5

مع مراعاة أن العائد المتوقع لكل بديل  $E(a_i)$  يحسب على النحو التالي:

$$E(a_1) = 8.0 (0.3) + 12.0 (0.5) + (7.0) (0.2) = \% 9.8$$

$$E(a_2) = 10.0 (0.3) + 25.0 (0.5) + (-2.0) (0.2) = \% 15.1$$

$$E(a_3) = 8.5 (0.3) + 16.5 (0.5) + (6.5) (0.2) = \% 12.1$$

يتضح من ذلك أن الحل الأمثل هو البديل الثاني، وهو بربحية متوقعة 15.1%. وقد تم حل المثال السابق باستخدام معيار القيمة المتوقعة للبدائل المختلفة (Expected Pay-off Criterion). كما يمكن استخدام معيار القيمة المتوقعة لخسارة الفرص (Expected Opportunity Loss Criterion)، الذي يسمى أيضاً معيار الندم (Regret Criterion)، وكذا معيار الحالات الأكثر وقوعاً (Most

(Probable States Criterion). وأفضل البدائل هو البديل الثاني أيضًا بمقياس القيمة المتوقعة لخسارة الفرص، والبديل الثالث بمقياس الحالات الأكثر وقوعًا.

**قرارات فى حالات غير مؤكدة (Decision-Making under Uncertainty).** قرارات عشوائية، تصنع على أساس معلومات غير مؤكدة، مع عدم إمكانية التنبؤ بالاحتمالات التى قد تحدث بشكل مفاجئ مثل ارتفاع أسعار البترول عام 1973، وعدم تواجد معيار وحيد يختار بموجبه أنسب أو أفضل البدائل، بل يوجد عدة معايير كل له تبريراته الخاصة به، وتعرف رياضياً بالقرارات العشوائية (Stochastic Decision).

ويمكن توضيح الفكرة بمثال عددي بسيط، إذ نفترض أن شركة إعلانات لديها ثلاثة برامج للإعلان. وتوجد فى السوق ثلاث حالات متوقعة:  $S_1$  وهى حالة ارتفاع فى الأسعار،  $S_2$  وهى حالة انخفاض فى الأسعار،  $S_3$  وهى حالة ثبات فى الأسعار. والجدول يبين تقدير الأرباح الممكنة للبرامج الثلاثة.

البدائل	الأرباح الممكنة		
	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$a_1$	3	6	- 1
$a_2$	8	5	4
$a_3$	- 4	7	12

مع مراعاة أن العائد المتوقع لكل بديل  $E(a_i)$  يحسب على النحو التالى:

$$E(a_1) = \frac{1}{3} [ 3 + 6 + (-1) ] = \frac{8}{3}$$

$$E(a_2) = \frac{1}{3} [ 8 + 5 + 4 ] = \frac{17}{3}$$

$$E(a_3) = \frac{1}{3} [ (-4) + 7 + 12 ] = \frac{15}{3}$$

يتضح من ذلك أن الحل الأمثل هو البديل الثانى لأنه يملك أكبر ربحية متوقعة  $\frac{17}{3}$ .

وقد تم هذا الحل باستخدام معيار لابلاس (Laplace Criterion). كما يمكن استخدام معايير أخرى مثل معيار التشاؤم (Pessimistic Criterion)، بالإضافة إلى معيار التفاؤل (Optimistic Criterion)، ومعيار هورويتز (Hurwicz Criterion)، ومعيار سافيج (Savage Criterion). والبديل الثانى هو الأفضل بجميع المعايير، ما عدا معيار التفاؤل، فالبديل الثالث هو الأفضل.

## مفهوم أساليب القرارات:

أجريت دراسات وبحوث علمية عديدة عن أنسب الأساليب وأفضل الطرق التي تستخدم في صنع القرارات. فالإدارة العلمية الحديثة تحتاج إلى خبرات تخصصية، ومهارات مميزة، وقدرات مبتكرة، وحواس منبهة، في صنع القرار المنطقي الرشيد الذي يحتمل أقل قدر ممكن من المخاطر. لذلك تستند الإدارة عامة - عند اتخاذ قرار ما - إلى عدة أساليب منها: أساليب كمية، وأساليب كمية، وأساليب علمية. وعند تطبيق هذه الأساليب، قد يغلب على صانع القرار أسلوب واحد أو أكثر وذلك تبعاً للحالة أو الموقف الذي يواجهه. ولا يعنى أن هذه الأساليب مطلقة، أو أن لكل صانع قرار أسلوباً بعينه، وقد يكون لصانع القرار أكثر من أسلوب، ولكن يختلف تبعاً لمجموعة من المبادئ والمفاهيم عن غيره. ويمكن توضيح أساليب صنع القرار على النحو التالي:

**أساليب كمية (Qualitative Approaches).** يُصنع القرار بالإحساس والخبرة. فعند الاعتماد على الذكاء الفطري، والخبرة السابقة، والإحساس الشخصي، عادة ما تؤخذ القرارات بطرق عفوية (Hunch Decisions).

**أساليب كمية (Quantitative Approaches).** يصنع القرار بالفحص والدراسة. فبالبحث عن الحقائق، والجمع للمعلومات، يمكن ترتيب الأفكار للوصول من الأسباب إلى النتائج، مع محاولة إيجاد علاقات تفسر ظواهر المشكلات، ثم الوصول إلى القرار بعد تقويم البدائل، مستخدماً نماذج بحوث العمليات (Operations Research).

**أساليب علمية (Scientific Approaches).** يصنع القرار بمزيج من الدراسة والإحساس، أى مزج الدراسة العلمية بالخبرة العملية. وتجمع بين الأساليب الكمية والأساليب الكمية، مستخدماً في ذلك علوم الإدارة العلمية الحديثة (Management Sciences).

## مفهوم أنماط القرارات:

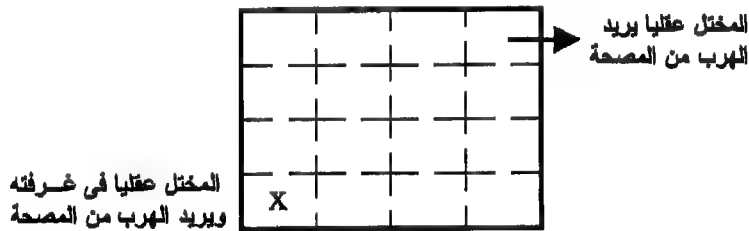
أصبحت مشكلات العصر من التعقيد بحيث يصعب معالجتها بنمط معين من التفكير، لأن أى مشكلة تتضمن جوانب عديدة منها الجانب الاقتصادي أو الاجتماعي أو التقنى أو السياسى أو الإستراتيجى، وكلها مترابطة ومتغيرة بتغير



المستوى الثقافى والحضارى والاحتماعى لمجتمع ما، فيصبح من الخطورة  
بمكان الاعتماد على فرد أو مجموعة صغيرة لا تضم إلا تخصصات وقدرات  
محدودة لصنع القرار. كما أن القرار الفردى محفوف بالمخاطر، واحتمالات  
خطئه تعادل احتمالات صوابه، ومن العبث تعريض مصير ما لاحتمال مقداره  
خمسون بالمائة. ويمكن إبراز بعض الأنماط الأساسية التى تستخدم فى حل  
المشكلات، وتقديم أمثلة لتوضيح هذه الأنماط، وهى على النحو التالى:

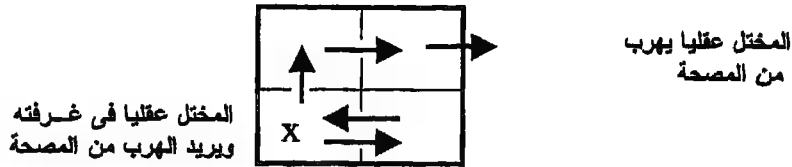
**نمط تخليقى (Synthetic Concept).** يستخدم هذا النمط الأصل مع  
المهارية فى ابتكار منظومة مبسطة مشابهة للأصل، محاولاً مواضعها فى توكيد  
واحدة جديدة، مما يساعد على إمكانية التوصل إلى أسلوب المعالجة، حتى يمكن تطبيقه  
على الأصل، وبذلك يمكن الوصول إلى قرارات منطقية للتطبيق دون مخاطر.

ومثال ذلك أن أحد المختلين عقلياً وضع فى غرفة منفردة بإحدى المصحات  
النفسية التى تتكون من 16 غرفة كما فى الشكل رقم (6 - 3)، ويقطن المصححة  
16 من المختلين عقلياً، أى أن كل شخص يقطن منفرداً فى غرفة. وكل غرفة  
لها أبواب مفتوحة على كل الغرف المجاورة. وتصادف أن هذا المختل يقطن فى  
أقصى غرفة بالمصححة، وهى ما يُرمز لها بالحرف "X" فى الشكل. وعندما أراد  
هذا المختل أن يهرب من المصححة، فكر فى فكرة شيطانية، وهى أن عليه قتل  
نزير الغرفة التى يمر بها. أما إذا اضطر إلى العودة إلى غرفة ما ووجد نزيرها  
مقتولاً فإنه يغمى عليه. والمطلوب إيجاد حل لكيفية هروبه بعد أن يمر فى جميع  
الغرف، ويقتل نزير كل غرفة، وبشرط عدم عودته لأى غرفة بها مقتول.

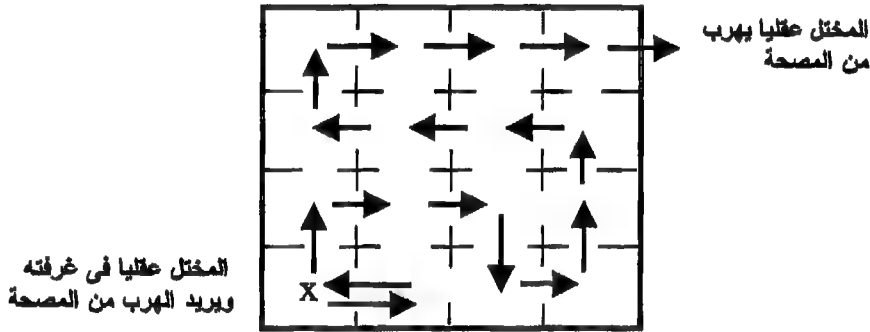


شكل رقم (6 - 3) : مبنى مصحة نفسية للمختلين عقلياً

وبمحاولة إيجاد حل مباشر لهذه المشكلة المعقدة، فإنه يمكن تخليق مشكلة مشابهة  
مبسطة كمصححة بها 4 غرف فقط حتى يمكن أن نهتدى إلى أسلوب الحل بوضوح.



ومن هذا المثال، يظهر أسلوب الحل جلياً. فالفكرة هي أن المختل عقلياً الذي يقطن الغرفة "x" يدخل الغرفة المجاورة، ويقتل نزيل هذه الغرفة، ثم يعود إلى غرفته الخالية، فلن يغمى عليه لعدم وجود أحد بها، ثم يخرج منها إلى الغرفة الأخرى المجاورة ليقتل نزيل هذه الغرفة، ثم ينتقل إلى مدخل المصحة ليخرج منها. فعند تطبيق هذه الفكرة على المشكلة الأصلية، يكون مسار هرب المختل عقلياً من غرفته "x" على النحو التالي:



مع مراعاة أن الفكرة الأساسية هي أنه يقتل النزيل في الغرفة المجاورة ثم يعود إلى غرفته الأصلية، ثم يبدأ في التحرك بعد ذلك من غرفة إلى غرفة أخرى، بشرط عدم العودة إلى أى غرفة كان قد مر بها من قبل.

**نمط تحليلي (Analytic Concept).** يستخدم هذا النمط المنطق مع المنهجية في تحليل المعلومات الإحصائية، وتحديد العلاقات الرياضية بين مختلف المتغيرات، واستخدام النظريات الملائمة، حتى يمكن الوصول إلى قرارات رشيدة صالحة للتطبيق دون مخاطر.

ومثال ذلك أن أحد المواطنين يخاف من السفر جواً، وأراد أن يسافر من القاهرة إلى روما عاصمة إيطاليا. وعندما بحث لدى شركات الطيران عن رحلاتها الجوية، وجد أن إحدى شركات الطيران تقدم رحلة بطائرة مزودة بأربعة محركات، ويمكنها أن تطير بثلاثة محركات إذا تعطل أحدها، ووجد شركة طيران أخرى تقدم رحلة بطائرة مزودة بمحركين فقط، ولن تتمكن الطائرة من

الطيران بأقل من محركين. والمطلوب التعرف على الطائرة الأكثر أماناً. والشكل رقم (7 - 3) يوضح طائرة مزودة بمحركين وأخرى بأربعة محركات.



طائرة بأربعة محركات



طائرة بمحركين

شكل رقم (7 - 3) : طائرة بمحركين وأخرى بأربع محركات

ويمكن التعرف على الطائرة الأكثر أماناً، بتحديد المخاطر عند ركوب أى من الطائرتين، وذلك بحساب الاحتمالات لكل منهما على النحو التالي:

احتمال رحلة ناجحة على الطائرة ذات المحركات الأربعة:

$$\begin{bmatrix} \text{احتمال} \\ \text{3 محركات} \\ \text{عاملة} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{احتمال} \\ \text{4 محركات} \\ \text{عاملة} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{احتمال} \\ \text{رحلة} \\ \text{ناجحة} \end{bmatrix}$$

$$4 p^3 (1-p) + p^4 =$$

احتمال رحلة ناجحة على الطائرة ذات المحركين:

$$p^2 = \begin{bmatrix} \text{احتمال} \\ \text{محركين} \\ \text{عاملين} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{احتمال} \\ \text{رحلة} \\ \text{ناجحة} \end{bmatrix}$$

حيث إن

$$p = \text{احتمال عمل محرك واحد}$$

$$(1-p) = \text{احتمال عطل محرك واحد}$$

وبتبسيط هذه المعادلات، نصل إلى النتيجة التالية :

$$4 p^3 (1-p) + p^4 \geq p^2$$

$$3 p^2 - 4 p + 1 \leq 0$$

$$(3p - 1) (p - 1) \leq 0$$

فإذا أن نحصل على هذه العلاقة، وهذا مستحيل لأن الاحتمالات لا تزيد على واحد.

$$p \geq 1 \quad \text{و} \quad p \leq \frac{1}{3}$$

أو على هذه العلاقة، وهذا ممكن لأن قيم الاحتمالات ما بين الثلث والواحد الصحيح.

$$p \leq 1 \quad \text{و} \quad p \geq \frac{1}{3}$$

وبذلك نستخلص النتيجة من الأسلوب التحليلي على النحو التالي:

• اركب الطائرة ذات المحركين إذا كان  $\frac{1}{3} \leq p \leq 1$

• اركب الطائرة ذات المحركات الأربعة إذا كان:  $0 \leq p \leq \frac{1}{3}$

وهذا يعنى أنه يجب استخدام الطائرة ذات المحركين كلما زادت قيم احتمالات رحلة ناجحة. أما الأسلوب البديهي فنستخلص منه النتيجة التالية:

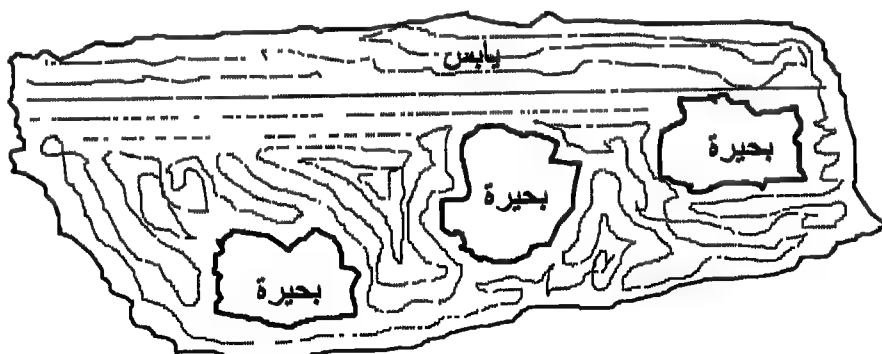
• اركب الطائرة ذات المحركين إذا كان:  $0 \leq p \leq \frac{1}{3}$

• اركب الطائرة ذات المحركات الأربعة إذا كان:  $\frac{1}{3} \leq p \leq 1$

أى يجب استخدام الطائرة ذات المحركات الأربعة كلما زادت قيم احتمالات رحلة ناجحة.

**نمط واقعى (Pragmatic Concept).** يستخدم هذا النمط الحقائق الموضوعية فى إيجاد الوسائل العملية البسيطة التى تتطلب مجهودا أقل، ووقتا أقصر، لاستخلاص النتائج المعقولة، وبذلك يمكن الوصول إلى قرارات واقعية بأقل المخاطر.

ومثال ذلك، توجد خريطة تمثل جزيرة بها عدة بحيرات، والمطلوب معرفة نسبة مساحة المياه إلى مساحة اليابس الموضحة فى الشكل (8 - 3).



شكل رقم (8 - 3) : جزيرة مكونة من يابس وبحيرات

وبمحاولة إيجاد طريقة للحصول على نسبة مساحة المياه إلى مساحة اليابس، يمكن استخدام إحدى هذه الطرق العملية البديلة، وهى على النحو التالى:

■ تستخدم عجلة معدنية، وتمرر على محيط كل بحيرة ثم على محيط الجزيرة، واحتساب النسبة على أساس أطوال محيطات كل من الجزيرة والبحيرات.

■ يستخدم ورق مربعات شفاف، ويوضع على الخريطة، ثم عدّ المربعات لكل مساحة من مساحات البحيرات ومساحة الجزيرة، وبذلك يمكن حساب النسب.

■ يستخدم صاج خفيف من الصلب معروف كثافته، ويشكل على هيئة إطار الجزيرة، ثم يفرغ الصاج من مساحات البحيرات، ويوزن صاج الجزيرة مفرغة من البحيرات، وتوزن البحيرات بعد تفريغها، ثم تحسب النسبة.

● يستخدم بندول يتحرك يمينا حتى آخر الجزيرة من جهة وشمالاً حتى آخر الجزيرة من الجهة الأخرى، ثم يقاس الوقت بمعرفة الزاوية وطول عمود البندول.

أما الحل العملى السريع الذى يتمثل فى تعليق خريطة الجزيرة على الحائط، فيمكن توضيحه فى الشكل رقم (9 - 3).



شكل رقم (9 - 3) : لوحة التصويب بالسهم

ويبتعد الشخص عن الخريطة حوالى ثلاثة أمتار، ويرمى عدّة أسهم فى اتجاه الخريطة بطريقة عشوائية، ثم يعد عدد السهام التى انغرزت فى اليابس، وعدد السهام التى وقعت فى البحيرات، وبالتالي يحسب النسبة.



## الباب الرابع

# فلسفة نمذجة الإدارة

- الفصل الأول : إجراءات تشخيص المشكلة .
- الفصل الثاني : إجراءات تشكيل المنظومة.
- الفصل الثالث : إجراءات تمثيل النموذج.





## الباب الرابع

# فلسفة نمذجة الإدارة

نمذجة الإدارة ما هي إلا تطبيق ابتكارى للعلوم الرياضية والإنسانية لبناء وتطوير نماذج رياضية تمثل واقع المنظومات الخاضعة للدراسة، وذلك لاستخلاص حلول مقنعة، يمكن تطبيقها فى معالجة المشكلات.

ونظرة عميقة إلى أساليب معالجة المشكلات التى قد تحدث فى بعض النشاطات، تكشف عن قصور فى إيجاد حلول مطلقة لهذه المشكلات، لذلك فمن الأصوب استخدام بعض الأساليب التحليلية لمعالجة المشكلات حتى يمكن السيطرة عليها والتحكم فى أدائها.

هذا ما توصلتُ إليه عن فلسفة معالجة المشكلات، بعد خبرة تجاوزت الأربعين عامًا كحلال مشكلات (Problem Solver) فى المجال الصناعى والأكاديمى والاستشارى. فإننى أؤمن بأن معالجة – وليس حل – المشكلة ما هي إلا تمرين عملى يساعد باحثى العمليات فى التعرف على المشكلة (Problem Definition)، وتشخيصها (Problem Diagnosis)، عن طريق تفهم مظاهر وأسباب الخلل بها، ثم صياغة هذه المشكلة فى منظومة علمية (System Formulation)، وتحليلها منطقيًا (System Analysis) بعد تحديد مدخلاتها ومخرجاتها وعمليات تحويل مقوماتها إلى نواتج ذات قيم مضافة، ثم تمثيل هذه المنظومة بنموذج رياضى (Model Representation) إن أمكن، وحله رياضياً (Mathematical Solution) عن طريق تحديد متغيراته وثوابته وقيوده وأهدافه. فإذا تم إيجاد حل للنموذج، فمن الضرورى اختباره (Model Testing) للتأكد من صلاحية الحل (Solution Validity)، تمهيداً لتطبيقه (Model Implementation) بتصرف على المشكلة ذاتها. وتستمر المراجعة والمتابعة للتحقق من دقة الحلول المستنتجة من النموذج، بمقارنتها بملاحظات ميدانية عن سلوك أداء المشكلة، وهذا ما يعرف بالتغذية المرتدة (Feedback).

هذه هي الطريقة العلمية (Scientific Method) التى تسمى بحوث العمليات

(Operations Research)، وهى عبارة عن عدة خطوات متتابعة كما أسلفنا، وتطبق عند معالجة أى مشكلة من المشكلات. وقد كان للعالم الرياضى الخوارزمى دور بارز فى وضع وتطوير هذه الطريقة. وفى معرض حديثى عن الطريقة العلمية فى محاضراتى، فإنى أشبه الإدارة العليا - وهى صناعة القرار - بقائد العربى " الحنطور " الذى يمسك "بالجام"، ويحاول أن يحركه يميناً ويساراً، ويجذبه تارة ويرخيه تارة أخرى، محاولاً معالجة المواقف التى قد يتسبب فيها الحصان، من جراء سلوكه وتصرفاته أثناء سيره، وذلك للسيطرة على حركاته، والتحكم فى أدائه، ومعالجة هذه التصرفات بحكمة بالغة.

ومعالجة المشكلات تأخذ عدة اتجاهات فكرية، منها: معالجة المشكلة على أساس تبسيط الواقع العملى لتتناسب مع إحدى النماذج الرياضية النمطية المتوافرة، أى تعتمد على الأسلوب نفسه، أو معالجة المشكلة على أساس تقبل الواقع العملى، أى تعتمد على المشكلة ذاتها دون فرض شروط لتبسيط الواقع. ويمكن شرح الاتجاهين على النحو التالى:

#### معالجة المشكلة مستخدماً الأسلوب (Technique-Oriented Approach).

يؤهل هذا الاتجاه الفكرى باحثى العمليات ذوى الخبرة والإلمام الكافى بنماذج وأساليب بحوث العمليات الرياضية، لوضع المشكلات العملية فى قالب نماذج رياضية معينة لا تتناسب بالضرورة مع احتياجات معالجة هذه المشكلات، أى تفصيل المشكلة لتتناسب أحد النماذج الرياضية المتوافرة، تمهيداً لحله بأحد الأساليب المعروفة. وهذا الاتجاه الفكرى به قصور وعيوب لعدة أسباب، منها أن النماذج الرياضية عادة ما تكون قاصرة عن أن تأخذ فى الحسبان جميع وقائع وروافد المشكلة الواقعية، مما ينتج عنه أن هذا النموذج لا يمثل الواقع. فالفروض والشروط توضع عادة لتبسيط الواقع، كى يتلاءم مع نموذج من نماذج بحوث العمليات النمطية، وهذا ينتج عنه - عند حله - حلول لمشكلة قد تكون بعيدة كل البعد عن المشكلة الواقعية ذاتها.

#### معالجة المشكلة مستخدماً الواقع (Problem - Oriented Approach).

يؤهل هذا الاتجاه الفكرى باحثى العمليات لتحليل المشكلة بكل جوانبها من منظور

المنظومات، مع عدم فرض شروط أو فروض لتلائم أسلوباً رياضياً معيناً، مع العلم بأن تشخيص المشكلة وتحليل الواقع قد يؤديان إلى صياغة منظومة ممثلة للمشكلة تمثيلاً دقيقاً. وقد يقود ذلك إلى حل مناسب دون اللجوء إلى استخدام أى أسلوب رياضى.

ويحدث أحياناً وجود عوامل طبيعية قد تجعل من غير الممكن تمثيل نموذج طبق الأصل للواقع، بسبب عدم إمكانية تقويم جميع المتغيرات، فتضيّق عملية التمثيل على عدد معين من المتغيرات والقيود، وتزداد متطلبات النموذج من بيانات ومعلومات، حسب مدى تعقد النموذج المطلوب الذى قد يرفع من تكلفة إيجاد حل للمشكلة، مما قد يؤدي إلى التخمين لبعض العلاقات بين العوامل والعناصر المختلفة.

والاتجاه الفكرى المفضل هو الأسلوب الواقعى، بالرغم من كبر حجم المشكلة، وتعقد المكونات، وتشابك العناصر، وذلك نظراً للتطور الملحوظ فى مجال الحاسبات (Computer Technology) من زيادة سرعة التشغيل (Operating Speed)، وكبر حجم التخزين (Storing Size)، ونظم المعلومات (Information Systems)، والنظم القائمة على المعرفة (Knowledge-Based Systems)، وطرق النظم الخبيرة (Expert Systems)، والذكاء الاصطناعى (Artificial Intelligence)، حيث ساهمت هذه الأساليب الحديثة مساهمة فعالة فى حل العديد من نماذج بحوث العمليات الكبيرة والمعقدة لتقترب كثيراً من الواقع، كما يساهم فى إجراء تحليل الحساسية (Sensitivity Analysis) للتعرف على أكبر مدى لقيمة كل متغير، بحيث لا يهدم الحل الأمثل.

ويجدر بنا الإشارة إلى توضيح الفلسفة التى كوّنتها خلال عملى فى أصول معالجة المشكلات من خلال انتقاء بعض المشكلات ضمن ما طُلب منى معالجتها، وطرق المعالجة التى اخترتها، وذلك على سبيل المثال لا الحصر، وهى على النحو التالى:

**مشكلة استخدام المصاعد.** شكا سكان الوحدات الإدارية والسكنية بأحد الأبراج فى كانساس سيتى بولاية كانساس بأمريكا من بطء الخدمة بالمصاعد وطول الانتظار، فقامت بتمثيل المشكلة بنموذج من نماذج صفوف الانتظار، وسجلت توقيات وصول وانتظار وخدمة مستخدمى المصاعد. وتبين من هذه

الدراسة التحليلية، أن وقت الانتظار أمام المصاعد لا يثير هذه الزوبعة، ولا يستأهل زيادة عدد المصاعد، مع العلم أن الواقفين أمام المصاعد يدعون أنهم ينتظرون على ملل.

فاقتربت فكرة غير تقليدية، وهي تغطية جميع حوائط المدخل الذى ينتظر فيه راغبو الخدمة أمام المصاعد بالمرائيات من الأرض إلى السقف. وبالمراقبة عن بعد، وجدنا أن المنتظرين أمام المصاعد قد شغلوا أنفسهم بمراقبة الآخرين للتعرف على أذواقهم، والنظر إلى أنفسهم للتأكد من وسامتهم، وبذلك اختفت الشكاوى، ولم تعد المعالجة الرياضية لهذه المشكلة. ويمكن الرجوع إلى التقرير الداخلى [ 26 ] الذى يتضمن تحليل المشكلة، وتشكيل المنظومة، وصياغة نموذج صفوف الانتظار، واقتراح الحل غير الرياضى لها.

**مشكلة علاج المرضى.** عانت مستشفى جامعة أيوا بالولايات المتحدة الأمريكية من سوء توزيع الأعمال الإدارية بين القائمين على علاج المرضى من أطباء وصيادلة وممرضات. وقد أجريت - بصفتى مديراً فنياً للمشروع - دراسة ميدانية تحليلية عن طريق منحة من إدارة الصحة العامة للحكومة الفيدرالية الأمريكية. وقد تمت صياغة منظومة تبدأ بتحرير أوامر الدواء بواسطة الطبيب المعالج، وإرسالها مباشرة عن طريق الحاسب الآلى إلى الصيدلى بالصيدلية الفرعية، الذى يقوم بتجهيز الدواء فى صورة جرعات مستقلة (Unit Dose)، وإشراف الممرضة على تناول المريض لهذه الجرعات فى الأوقات المحددة. كما تم حصر جميع المعلومات التى تتدفق بين الطبيب والصيدلى والممرضة والإدارة، تمهيداً لتصميم منظومة معلوماتية لتجميع وتخزين واسترجاع ومعالجة المعلومات لإصدار تقارير إحصائية تساعد صانع القرار. وقد قدمت هذه المنظومة المعلوماتية بالحاسب الآلى عن بعد فى أحد المؤتمرات العلمية بولاية فلوريدا. وأدت هذه المعالجة إلى استغلال وقت الصيادلة بطريقة أحسن، وزيادة عامل الأمان فى علاج المرضى، وتركيز الممرضات على أعمالهن الإنسانية مع تقليل نشاطهن الإدارى. ويمكن الرجوع إلى الورقة البحثية [24] التى تتضمن تشخيص المشكلة، وأسلوب معالجتها، ومنظومة المعلومات.

**مشكلة توريد البترول.** تمتلك إحدى شركات البترول الأمريكية بولاية أوكلاهوما بأمريكا تنكات على عربات سكك حديدية (Oil Tanks)، تستخدم فى توصيل مشتقات البترول إلى العملاء. وقد عانت الشركة من عدم توافر عرباتها لتنفيذ أوامر التوريد الجديدة، فكانت تضطر إلى التأخير فى التوريد، أو تأجير عربات لتلبية الطلبات، مما كان يكلفها كثيرا من النفقات، وفقد كثير من العملاء، وبالتالي خفض حجم المبيعات، وتقليل الإيرادات.

وعندما دُعيت من قِبل الشركة لمعالجة المشكلة، كان باحثو العمليات فى الشركة - وهم متخصصون فى الرياضيات - قد اتجهوا إلى محاولة التعرف على أماكن هذه العربات فى جميع أنحاء الولايات المتحدة بتخطيط برنامج كمبيوتر. وعند البحث والتقصي، وجد أن المشكلة تقع فى إقليم الوسط الغربى فقط (Mid-West)، وعليه يمكن تصغير حجم المشكلة لحصرها فى هذا الإقليم. وبالتحليل والمراجعة، وجدت أن كثيرا من العملاء يستخدمون العربات كمخزن، إلى أن ينتهوا من بيع محتوياتها، ثم يعيدونها للشركة المالكة، وعليه فمن الضروري متابعة حركة سير العربات، والتأكد من عودتها فى خلال أيام معدودة.

وبناء على ذلك، درسنا عقود التوريد إلى العملاء، واقترحنا تعديل بعض بنود التعاقد، بحيث يشترط إعادة العربة فى خلال أسبوع من تاريخ التوريد، مع فرض غرامات مضاعفة لكل يوم تأخير. وقد نتج عن ذلك أن التزم العملاء بشروط التعاقد، تفادياً من دفع الغرامات، وأصبحت العربات متوافرة لدى الشركة لتلبية جميع طلبات العملاء من مشتقات البترول. وبالتالي لم تعتمد هذه المعالجة على بناء نموذج رياضى أو إيجاد حل كمى، بل اعتمدت على حل قانونى. ويمكن الرجوع إلى التقرير الداخلى [ 23 ] الذى يتضمن تشخيص المشكلة، وأسلوب تحليلها، واقتراحات حلها.

**مشكلة جدولة السفر.** دُعيت لإلقاء محاضرات فى 27 جامعة فى كل من أتاوا وتورونتو بكندا، ولينجراد وموسكو بروسيا، ومعظم دول أوروبا (أوسلو، إستكهولم، كوبنهاجن، هلسنكى، بروكسل، فرانكفورت، ميونخ، كولون، زيوريخ، جنيف، باريس، شتراسبورج، لندن، برمنجهام، براغ، روما، ميلانو، نابولي، أثينا، أنقرة، لوكسمبرج، أمستردام، روتردام). وعندما اتصلت بإحدى شركات الطيران الدولية، أفادت أن تكلفة الرحلة ستزيد 50 % عن التكلفة العادية نظرا

لكثرة الطيران هبوطاً وصعوداً (Zigzag)، نتج عنه طول المسافات بالميل.

فاستخدمت برنامجاً نمطياً لحل مشكلة البائع المسافر (Travelling Salesman Problem)، الذى يبدأ من مدينة معينة ويزور عدة مدن ثم يعود لنفس المدينة التى بدأ منها، بشرط أن يكون إجمالى المسافة أقصر ما يمكن. وحتى يمكن تحديد مواعيد زيارة كل جامعة، غذيت البرنامج بالمدن التى أرغب فى زيارتها بدءاً من كانساس سيتى بأمريكا والمسافات الجوية بالميل بين كل مدينة وأخرى، بشرط العودة إلى كانساس سيتى. وحصلت على برنامج الرحلة التى على أساسها حددت موعد زيارة كل جامعة. وقد ترتب على ذلك أن التكلفة زادت 25 % فقط عن التكلفة العادية وليست 50 % كما أفادت شركات الطيران. وهذه المعالجة أعطت حلاً مثالياً، مستخدماً نموذجاً رياضياً نمطياً.

**مشكلة درفلة الكتل.** يقوم أحد مصانع الحديد والصلب بولاية بنسلفانيا بأمريكا بإنتاج الصلب من كتل مصبوبة، وعادة ما يسبق وحدة درفلة الكتل (Rolling Mill) مجموعة من الأفران الغاطسة (Soaking Pits) التى تعمل على إعادة تسخين أسطح الكتل قبل درفلتها، وغطس الكتل لضمان تجانس درجات حرارة الكتلة، وتخزين الكتل لحين درفلتها. علماً بأن عشوائية وصول الكتل من خلاط الصلب (Steel Mixer) إلى وحدة الدرفلة، أو تفاوت درجات حرارة الكتل (تكون للكتل باردة أحياناً)، أو قلة سعة الأفران الغاطسة، أو توقف الأفران لصيانتها أو إصلاحها، يؤثر على حجم إنتاج المنتجات المدرفلة. والمطلوب تحديد الحجم الأمثل للأفران الغاطسة عن طريق إجراء مقارنة اقتصادية بين تكلفة تقديم الخدمة، وتكلفة الانتظار للحصول على هذه الخدمة. لذلك وجب تشكيل منظومة إنتاجية للتنبؤ بمدى تأثير أعطال وصيانات وإصلاحات الأفران الغاطسة، وكذا التنبؤ بتحسين سعة المنظومة من خلال إمكانية إضافة أفران غاطسة جديدة.

وقد تم صياغة هذه المشكلة فى منظومة مبتكرة من منظومات صفوف الانتظار الدائرية (Cyclic Queueing System)، بحيث تكون المدخلات هى الكتل التى تصل الأفران الغاطسة، متخيلاً أنها تدور فى صف انتظار من قبل وحدة الدرفلة وحتى وصولها للدرفلة، ووحدة الدرفلة تمثل محطة الخدمة الفردية. ولما كانت الأفران الغاطسة لا تُشحن بدفعة أخرى من الكتل إلا إذا تمت

درفلة الدفعة السابقة كلها، فإن الوقت اللازم لسحب دفعة من الكتل من الأفران ما هو إلا وقت تشغيل الدفعة كلها في وحدة الدرفلة. وتبدأ الأفران فى الدوران الوهمى بمجرد استكمال الخدمة. ويمكن تحديد وقت الانتقال (Transit Time) بأنه الوقت ما بين نهاية خدمة الفرن وإعادة شحن الفرن بكتل باردة أو ساخنة، والوقت حاصل جمع الوقت اللازم لإعادة تسخين الكتل إلى درجة الحرارة المطلوبة للدرفلة. وقد تم تخطيط منظومة محاكاة (Simulation System) تمثل منظومة صف الانتظار الدائرى، واستخدم الحاسب الآلى للتنبؤ بالخواص الديناميكية، وتوصلنا إلى الحجم الأمثل للأفران الغاطسة التى تقلل من توقف وحدة الدرفلة. ويمكن الرجوع إلى الورقة البحثية [22] التى تتضمن تشخيص المشكلة، وتشكيل المنظومة، وتمثيل نموذج المحاكاة، والنتائج الإحصائية التى تم الحصول عليها.

**مشكلة الاحرب والاسلم.** دعا الأستاذ محمد حسنين هيكل – رئيس مجلس إدارة مؤسسة الأهرام آنذاك – المؤلف وعالما آخر من أصل عربى فى صيف عام 1972 لمناقشة حالة الاحرب والاسلم. وقد مثلنا هذه الحالة بنموذج رياضى مبسط للغاية عبارة عن مصفوفة من أربعة أعمدة تمثل البلاد المؤثرة والمتأثرة بمشكلة الشرق الأوسط – وهى: مصر ممثلة للعرب، وإسرائيل، وأمريكا، وروسيا – واثنى عشر صفا تمثل العناصر العسكرية والاقتصادية والاجتماعية والسياسية وغيرها، ثم عرضنا هذا النموذج على سبورة أمام عدد محدود من المسؤولين (سبعة أشخاص منهم الأستاذ محمد حسنين هيكل، والدكتور عبد الملك عودة، والأستاذ حاتم صادق) فى اجتماع مغلق، وأجرينا عملية التقويم تحت إشرافنا، وكانت النتيجة – على ما أتذكر – أكثر من 500 نقطة لإسرائيل، وما يقرب من 300 نقطة لروسيا، وحوالى 200 نقطة لأمريكا، و110 نقطة بالسلب لمصر.

فكانت مفاجأة للجميع أن حالة الاحرب والاسلم فى صالح روسيا أكثر من أمريكا، وأنه من الضرورى تغيير هذه الحالة بأى شكل من الأشكال لأنها فى صالح إسرائيل أكثر. فهذه المعالجة قد اعتمدت على نموذج رياضى مبسط للغاية بهدف الوصول إلى مؤشر وليس إلى حل. ويمكن الرجوع إلى النتائج

التي نشرت خلال شهر سبتمبر عام 1972 ضمن مقالات الأستاذ محمد حسنين هيكل عن اللاحرب واللاسلم فى جريدة الأهرام، والتقرير الداخلى [32].

**مشكلة ضخ البترول.** تمتلك إحدى شركات البترول الأمريكية فى ولاية أوكلاهوما، خط أنابيب يمر بتسعة معامل تكرير، كل منها ينتج ما بين منتج واحد وستة منتجات نفطية وهى: البروبين، والإيزوبوتين، والبوتين الطبيعى، والبروبين/البوتين، والغاز الطبيعى، والبوتين الحقلى. ويقوم كل معمل تكرير بتخزين منتجاته فى تكتات مخصصة لكل منتج، وموصل بكل تلك تلمبة لضخ المنتج مباشرة فى خط الأنابيب الذى يسع 26,786 برميل. وعند ضخ مشتقات نفطية من التكتات التى يبلغ إجمالها 20 تكتا فى خط الأنابيب، ينتج عنه خليط من تمازج نوعين متتالين أو متعاقبين، مما يؤدى إلى كمية مخلوطة ذات مواصفات وأسعار أقل من مواصفات وأسعار كل من هذين النوعين. والمطلوب تحديد أنسب جدولة لتدفق المنتجات النفطية المختلفة من معامل التكرير خلال فترة معينة، بحيث تكون الخلائط الممزوجة من ضخ مختلف الدفعات النفطية أقل ما يمكن، مع مراعاة عدم حدوث تدفق (Overflow) من أى تلك بسبب وصول الكمية إلى أعلى من مستوى الأمان، مع عدم تصريفه بالضخ.

فقد تم تحديد خصائص تشغيل خط الأنابيب، وتشخيص أنواع الخلائط التى حصرت فى سبعة أنواع، بحيث يمكن تحديد مركز الخط بعد كل دفعة يتم ضخها، أى حجم ومكان كل دفعة نفطية. ولتحاشي تكون هذه الخلائط، وبناء على خبرة القائمين على تشغيل خط الأنابيب، تبين أنه عند ضخ منتج معين فى خط الأنابيب، فإنه يتجمع حوالى 200 برميل على الأقل من نفس النوعين من الناحيتين، وإلا ستتج هذه الخلائط بصرف النظر عن نوعية المنتج الذى تم ضخه من هذا المعمل، وقد تم تخطيط خواريزم يناسب هذه المشكلة على الحاسب الآلى، وتم تشغيله 600 ساعة، وحساب 7 برامج جدولة، بحيث يكون أقل فترة ضخ هى 30 دقيقة، وأجريت مقارنة بين الجدولة المقترحة والجدولة السابقة، فتبين أن متوسط التحسين وصل إلى 44.5 %. ويمكن الرجوع إلى الورقة البحثية [20] التى تتضمن تشخيص المشكلة، وصياغة المنظومة، وتصميم الخواريزم، واستخراج النتائج.



**مشكلة جدولة المشغولات.** حصلت إحدى الشركات الدولية الأمريكية على أمر تشغيل 276 جزءاً من جناح الطائرة 747 في ورشها. وقد طلب منا جدولة هذه المشغولات على مختلف الماكينات، بهدف تخفيض إجمالي وقت التشغيل، أو تقليل وقت الماكينات الضائع، وبالتالي تخفيض التكلفة. وبعد دراسة فنية تحليلية لتحديد مسار كل مشغولة على مختلف الماكينات، وحساب وقت التشغيل على كل ماكينة، أمكن تصميم مصفوفة تضم الأجزاء والماكينات ومحدد فيها مسار أو تتابع الماكينات لكل جزء من الأجزاء، وأوقات التشغيل على كل ماكينة من الماكينات. ونظراً لكبر حجم المشكلة، صرفنا النظر عن محاولات إيجاد الحل الأمثل للجدولة، واكتفينا بالحصول على حل أقرب إلى الحل الأمثل، وركزنا على الحصول على هذا الحل في أقل وقت ممكن. فقد تم تطبيق نموذج رياضي يعتمد على أسلوب (Branch-and-Bound Approach)، كنا قد صممناه من قبل لحل المشكلات الترابطية (Combinatorial Problem) للحصول على حل أقرب إلى الحل الأمثل في أسرع وقت ممكن. وتم تخطيط الخوارزم الخاص بهذا النموذج على الحاسب الآلي، وأجريت التجارب الأولية للاطمئنان إلى صلاحية البرنامج. وقد حصلنا على نتائج باهرة، وفرت مئات الآلاف من الدولارات. ويمكن الرجوع إلى الورقة البحثية [21] التي تتضمن المشكلة، وأسلوب معالجتها، ونتائج الحل.

**مشكلة محاكاة التشغيل.** تعاقدت إحدى الدول العربية المنتجة للبترول مع إحدى الشركات الأمريكية لتصميم محاكي لمنظومة متكاملة لتدريب العاملين بمعامل تكرير البترول. وقد دعت من قبل حكومة هذه الدولة للانضمام كخبير إلى الوفد الحكومي الذي سيزور الشركة الأمريكية للاطلاع على ما تم إنجازه في المشروع بعد ستة شهور من تاريخ التعاقد. وعند تقديم الجانب الأمريكي ما تم عمله في المشروع (Progress Presentation)، تبين أن الشركة قامت بتجزئة المنظومة المتكاملة إلى عدة منظومات فرعية، وحصلت على الحل الأمثل لكل منظومة فرعية، ثم ربط هذه المنظومات الفرعية لتشكيل المنظومة المتكاملة. فقد تناست الشركة أن هذا الأسلوب لا يضمن الحل الأمثل للمنظومة المتكاملة، بعد ربط المنظومات الفرعية بعضها ببعض. وقد كان على الشركة أن تعيد العمل مرة أخرى — بعد أن نهبتها إلى ذلك — على أساس المنظومة المتكاملة. ويمكن الرجوع إلى التقرير الداخلي [15] الذي تضمن المناقشات وأسباب إعادة المشروع.

**مشكلة تخطيط النقل.** طلب صندوق الإنماء الكويتي مناً — كمجموعة من العلماء الأمريكيين من أصل عربي أسسوا منظمة لتنمية الموارد العربية في أمريكا (Association for the Development of Arab Resources, ADAR)، وهي المنظمة التي تشرفت بأني كنت فيها نائباً لرئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب — إجراء دراسة عن تخطيط منظومة النقل في السودان. وقد أدت هذه الدراسة — التي استغرقت عامين — إلى استخدام أحد عشر نموذجاً رياضياً، ما بين نماذج معقدة وأخرى مبسطة لمعالجة مشكلة النقل، ويمكن إيجازها على النحو التالي:

- نموذج بناء السيناريوهات (Scenario Model Building) بغية تحديد الصورة المطلوبة، وحتى يمكن التنبؤ باحتياجات النقل من وسائل وأحجام.
- نموذج مقارنة زوجية (Priority-Pair Comparative Model) لتحديد الأولويات لبناء عدة سيناريوهات، كل لها خصائصها. وكذا توزيع تدفق البضائع والمسافرين على مختلف وسائل النقل (Modes of Transportation) من برية ونهرية وحديدية وبحرية وجوية، وجدولة مراحل مشروعات الخطة.
- نموذج اقتصادي رياضي (Econometric Model) لدراسة سلوك اقتصاد السودان رياضياً، وتنبؤ بحجم أنشطة جميع قطاعات الاقتصاد السوداني لمدة خمس عشرة سنة، وتقويم كفي للسيناريو المركب.
- نماذج المحاكاة (Simulation Models) لتقويم بدائل السياسات الاقتصادية، وتقويم بدائل سياسات النقل، وتوزيع تدفق البضائع والمسافرين على مختلف وسائل النقل، وتحديد الطرق بين المناطق، على أساس مراكز النقل.
- نموذج البرمجة الخطية (Linear Programming Model) لتحديد تدفق البضائع من وإلى مراكز نقل المناطق.
- نموذج اقتصاد هندسي (Engineering Economy Model) لتحديد الاستثمارات المطلوبة لتزويد السودان بالمعدات من مختلف وسائل النقل، وكذا المعدات المستبدلة.
- نموذج التكلفة والفائدة (Cost / Benefit Model) لتحديد جدوى مشروع ازدواج خط السكك الحديدية من بورسودان إلى الخرطوم.
- نماذج عشوائية (Heuristic Models) لتحديد القدرات الاستيعابية لمختلف وسائل النقل من برية، وحديدية، ونهرية، وبحرية، وجوية.

- نماذج تحليل الشبكات (Network Analysis Models) لتحديد أقصر الطرق بين مختلف المناطق بالنسبة لمختلف وسائل النقل.
- نماذج إحصائية (Statistical Forecasting Models) للتنبؤ باحتياجات المسافرين والبضائع من وسائل النقل وسعاتها.
- نماذج جدولة المشروعات (Project Sequencing Models) لتحديد بدء ونهاية مشروعات الخطة.

يتضح من ذلك أن أساليب بحوث العمليات التي استخدمت في مشروع تخطيط النقل في السودان قد تنوعت كثيراً. وأثبتت النماذج الرياضية أنها تمتلك المقومات التي تؤهلها إلى اتباع المنهج العلمي في مجالات التخطيط والتشغيل. ويمكن الرجوع إلى التقرير [31] الذي يتكون من خمسة أجزاء (حوالي 2500 صفحة)، ويوجد نسخ منه في كل من وزارتي النقل والتخطيط بحكومة السودان، وصندوق الإنماء الكويتي، والبنك الدولي في واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية.

**مشكلة استثمار الأموال.** وصل أحد المصريين المقيمين في سويسرا إلى القاهرة خلال عصر الانفتاح، عارضاً مشروعاً لإنتاج ساعة يد بها ميزات وخصائص معينة تفيد المسلم في صلاته، والقبطان في عمله، وغيرها، وقدم دراسة جدوى للمشروع، مسجلاً أن الربحية قد تصل إلى 56 %، وطلب اشتراك عشرة مؤسسين فقط، يساهمون في رأس مال يقدر بحوالي 5 مليون فرنك سويسري. وبعد اجتماع عاصف استمر حتى الثانية صباحاً، وافق المؤسسون — وأنا أحدهم — من ناحية المبدأ على المساهمة في المشروع. ولكن عند انصرافي رجوت صاحب المشروع في الحصول على نسخة من دراسة الجدوى، بشرط إعادتها في اليوم التالي. ولم أتم إلا بعد أن طبقت نموذجاً رياضياً بسيطاً لتحديد نقطة التعادل التي تعطي مستوى حجم إنتاج بدون ربح أو خسارة. فتيين أن هذا الحجم كبير جداً، بحيث لم أتوقع إمكانية توزيعه، وعليه فإن المشروع يُعدّ خاسراً. وعلى هذا الأساس رفضت الاشتراك في المشروع. ويمكن الرجوع إلى دراسة الجدوى [ 30 ] التي قدمت في ذلك الوقت، وأسلوب تطبيق نموذج نقطة التعادل الذي بنيت على أساسه رفض المشروع.

**مشكلة تخطيط الإنتاج.** درست خطوات إنتاج مكونات الشكمانات في أحد مصانع الشركات المغذية للسيارات في مدينة السادس من أكتوبر التي أعمل

استشاريا لها، وذلك لسد متطلبات شركات تجميع السيارات في مصر، نظرا لشدة المنافسة في أسعار الشكمانات محليا وعالميا. وقد تبين ضرورة إعادة تخطيط المصنع الذي يتكون من وحدات أعمال الصاج، وتصنيع العلب، وتجميع المكونات، ودهان الأجزاء، بهدف تخفيض التكلفة. وبدئ في إعادة تنظيم خطى إنتاج العلب المستديرة والعلب البيضاوية فنيا، بغية الوصول إلى الاستفادة القصوى من الماكينات التي تشمل المكابس، وماكينات الدسرة، وماكينات اللحام، ثم توليد عدة بدائل وتقويمها على أساس تقليل تكلفة مناولة المواد، مع تعظيم معدل التقارب. وقد استخدم أسلوب عشوائي لتوليد وتقويم البدائل لاختيار التخطيط الأفضل، مع تطبيق طريقة بيانية لتحليل مدى حساسية هذا التخطيط. وقد توصلنا من جراء تطبيق الأسلوب المقترح إلى تخفيض تكلفة إنتاج العلب بنسبة تصل إلى 17 %. ويمكن الرجوع إلى الورقة البحثية [1] للتعرف على تشخيص المشكلة، وأسلوب المعالجة، وتطبيق الأسلوب، وتحليل النتائج.

هذه عينة من المشكلات الواقعية التي قمنا بمعالجتها، قدمناها كأمثلة حية عن كيفية تشخيص المشكلة، وصياغة المنظومة، وتمثيل النموذج. ويتضح من ذلك أن معالجة المشكلات تتطلب مهارة وتخيل. فالمهارة يمكن اكتسابها عن طريق المعرفة والأساليب. كما يمكن التمرين أو التدريب على التخيل بعرض مشكلات مصاغة في منظومات، مستخدمين في ذلك بعض التصورات الابتكارية.

ويقدم هذا الباب فلسفة المؤلف في معالجة المشكلات، موضعا إجراءات تشخيص المشكلة، وإجراءات تشكيل المنظومة، وإجراءات تمثيل النموذج. وقد اخترنا مشكلة معينة كمثال حي، لتوضيح الإجراءات الخاصة بمعالجة المشكلات وهي على النحو التالي:

#### ■ تحليل النشاط لتشخيص مشكلة.

#### ■ صياغة المشكلة في منظومة.

#### ■ تمثيل المنظومة بنموذج.

#### ■ حل النموذج بأسلوب رياضي.

والمشكلة التي سنعالجها بتطبيق أسلوب بحوث العمليات، هي مصعد برج القاهرة التي شخصناها في الفصل الأول، ثم صغناها في منظومة في الفصل الثاني، ثم مثلناها بنموذج رياضي في الفصل الثالث.

## الفصل الأول: إجراءات تشخيص المشكلة

المشكلة تعنى حدوث خلل طارئ فى تشغيل نشاط ما، فيجب تشخيصه ومعرفة أسبابه تمهيداً لتلافيه حتى يعمل النشاط بطريقة طبيعية. والإحساس بوجود مشكلة ما فى نشاط معين يتولد عندما نجد أن تشغيل هذا النشاط يسير فعلاً بطريقة غير طبيعية، إذ قد توجد عقبات فى تشغيل النشاط بالصورة التى كانت مرسومة له، أو قد تظهر أخطاء محتملة نتيجة حدوث خلل فى إحدى المكونات، وذلك من خلال أجهزة الضبط والمتابعة التى توجه سير النشاط.

ومن المؤشرات والشواهد والمظاهر التى تشير إلى حدوث مشكلات فى أى نشاط، ما هو على النحو التالى:

- بطء فى بعض عمليات النشاط.
- قلة أو كثرة القائمين على إنجاز مهمة معينة.
- تأخير فى إعداد أو استخدام بعض المعدات الجديدة.
- تدمير بعض العملاء، أو كثرة شكاوى الموردين.
- تدنى كبير فى مستويات العاملين.
- تضائل المنفعة كنقصان الربحية، أو زيادة الخسارة، أو انخفاض المبيعات.

وقد يكون السبب فى ذلك حدوث عقبة أو عقبات تحول دون تحقيق هدف معين، أو حدوث خلل أو عطب فى إحدى مكونات النشاط. ومن مظاهر تشخيص المشكلة (Problem Diagnosis)، زيادة تكلفة الإنتاج، أو تراجع حجم المبيعات، أو كثرة شكاوى العملاء.

### مفهوم مشكلة التشغيل:

النشاطات فى الواقع العملى، تمثل فى حد ذاتها إما مشكلات ذات طبيعة مستقرة (Static in Nature)، وإما مشكلات ذات طبيعة ديناميكية (Dynamic in Nature) وقلمًا تجد مشكلة ذات طبيعة مستقرة فى الحياة العملية، لأن عوامل وعناصر المشكلة فى تغير دائم. فلا يوجد عنصر فى نشاط ما له صفة الثبات والدوام. ويعنى ذلك أن محاولة إيجاد حل من الطول إنما يمثل حالة معينة فى وقت معين للمشكلة.

فالمشكلة الزراعية مثلاً تجمع عدة عناصر ديناميكية تتغير بتغير كثير من العوامل، منها نوعية البذرة، ونوعية التربة، وعناصر المياه، وطريقة الري، وكمية المياه، وفترات الري، وتقلبات الطقس من حرارة وبرودة ورطوبة ورياح وأمطار وعواصف، فكل ذلك يؤثر على المحصول كمًا وكيفًا، لأن جميع هذه العناصر لا يمكن تثبيتها في الطبيعة. وإذا نقلنا هذه المشكلة إلى المعمل لإجراء بعض التجارب اللازمة، فنحن في هذه الحالة نعالج مشكلة أخرى خرجت عن طبيعة المشكلة الديناميكية.

والمشكلات تختلف اختلافاً كبيراً في درجة تعقدها (Complexity)، ونوعية مجالاتها (Scope)، لذلك فمن الصعب التمييز بين المشكلات العرضية والمستديمة، وبالتالي فإنه يصعب تحديد طريقة معينة لتشخيص المشكلة. وبالرغم من ذلك، فالخطوات الرئيسية في معالجة أى مشكلة تُعدّ متشابهة. وتبدأ الخطوة الأولى بتحديد مدى الانحراف الحالى أو المتوقع من الوضع النمطى. ويعتمد هذا على خبرة الأخصائى فى هذا المجال، إذ يمكنه تطبيق خبرته فى حالات مشابهة. أما الأخصائى قليل الخبرة، فهو يرتكن إلى البيانات الخاصة بالواقع، مع بعض النمطيات أو الأماميات العامة. وعند تشخيص المشكلة، توضع الأولويات لتمييز العوامل المؤثرة فى الانحرافات.

ويتم دراسة طبيعة ودرجة الانحراف فى التشغيل للتعرف على الأسباب التى أدت إلى ذلك، والتعمق فى وصف وتحليل الانحراف يساعد فى تحديد الأسباب المحتملة (Hypothetical Reasons)، ثم اختيار هذه الأسباب للتعرف على السبب الرئيسى فى هذا الانحراف. والسبب المحتمل أو مجموعة من الأسباب المحتملة هى التى تمدنا بشرح واف للانحراف. ومن المؤسف أن بعض الأخصائيين ذوى الخبرة القصيرة، لا يأخذون الوقت الكافى للتأكد من الأسباب الحقيقية للمشكلة، بل ينظرون سطحياً إلى المشكلة، ثم يسارعون إلى اتخاذ قرار معين، وكثيراً ما يتسرعون إلى معالجة مشكلة لو تفحصوها وعرفوها، لما وجدوا أى مشكلة بالمرّة!! ويمكن تعريف عملية تشخيص المشكلة على النحو التالى:

" تشخيص المشكلة الناشئة فى نشاط قائم يكون مُعبّراً عن مفهوم المشكلة قيد الدراسة، كاشفاً عن مظاهر الخلل فيها، موضحاً طبيعتها وأسبابها، ومحددًا إطارها وحدودها، للتعرف

## على جوانب الخلل فى هذا النشاط، وذلك فى إطار البيئة المحيطة بها".

وبالرغم من أن المشكلات الواقعية غالبًا ما تكون معقدة، فإن درجة التعقيد لا تمت للمشكلة التى تحت الدراسة بصلة فى معظم الأحيان.

### مفهوم مشكلة المصعد:

فى مبنى برج القاهرة بالجزيرة — الذى يعلو حوالى 187 مترًا على سطح الأرض، ويتكون سلمه من 1000 درجة — مصعد رئيسى يحمل الزائرين إلى الطابق الأخير لمشاهدة معالم القاهرة بالتليسكوبات المثبتة دائريًا حول مبنى البرج. كما يمكن للزائرين الصعود إلى الطابق قبل الأخير، حيث يوجد مطعم دائرى أنيق يستغرق دورانه 30 دقيقة فى كل دورة، يجلس فيه الزائرون لتناول الطعام وهم يشاهدون مناظر القاهرة الخلابة. ويستغرق صعود المصعد إلى الطابق قبل الأخير حوالى 42 ثانية، وإلى الطابق الأخير حوالى 45 ثانية، أى بواقع 4 مترات تقريبًا فى الثانية، مع ملاحظة وقت وقوف المصعد وخروج بعض الزائرين بالطابق قبل الأخير قبل التحرك إلى الطابق الأخير. ولما كان الزائرون يفدون إلى البرج فرادى أو جماعات. فقد نظم مسئول المصعد عملية تشغيله، بدلاً من خدمة كل زائر أو أكثر على حدة، فهو يبدأ الخدمة بفتح باب المصعد تأهبًا للصعود إلى الطابق الأخير أو الطابق قبل الأخير، عندما يصل عدد الزائرين المنتظرين إلى عشرين فردًا، ونظرًا لطول انتظار الزائرين أمام المصعد إلى أن تكتمل المجموعة، فقد تعددت الشكاوى من مستوى الخدمة عامة، وطول الانتظار خاصة.

ولما كان الزائرون لا يفدون بمعدل ثابت، بل يصلون عشوائيًا، فإن فترة انتظارهم قد تطول أو تقصر، تبعًا للوقت الذى تصل فيه المجموعة إلى عشرين فردًا. وقد استدعت إدارة البرج أحد باحثى العمليات لدراسة المشكلة، وتقديم خطط ممكنة لتشغيل المصعد بفاعلية وكفاءة عالية، تمهيدًا لاختيار الخطة الملائمة التى قد تؤدي — عند تطبيقها — إلى تحسين مستوى الأداء، مع مراعاة أن يكون مستوى تكلفة تقديم هذه الخدمة معقولاً.





## الفصل الثاني: إجراءات تشكيل المنظومة

المنظومة تعنى تركيب معين من أجزاء متعددة متشابكة ومتفاعلة بعضها مع بعض بطريقة غالباً ما تكون معقدة، بحيث تشترك عدة عناصر أو أسباب تعطى نهاية أو نتيجة محددة. ويمكن تفهم المنظومة بالتوصل إلى معرفة عناصر التشغيل المختلفة، ومعرفة تأثير كل منها على المحصلة النهائية. والمنظومة يمكن تعريفها على أنها مجموعة المقومات التي تتفاعل بعضها مع بعض، وتنتج عنصراً أو أكثر كمخرج للمنظومة. ويمثل هذا المفهوم كون المدخلات فى المنظومة هى السبب، والمخرجات هى النتيجة. ويمكن صياغة المشكلة - بعد تشخيصها والتعرف على مواطنها - صياغة علمية فى منظومة لتحديد مختلف العناصر تحديداً دقيقاً بغية استخدام هذه العناصر فى توصيف المنظومة.

### مفهوم منظومة التشغيل :

النشاطات فى الواقع العملى تمثل فى حد ذاتها إما منظومات ذات هيكلة ممكنة (Well-Structured Problems)، فيسهل صياغة هذا النوع من المشكلات فى منظومة إنتاجية محدّدة عناصرها ومكوناتها، وإما منظومات ذات هيكلة غير ممكنة (Ill-Structured Problems)، فيندر أو يصعب صياغة هذا النوع من المشكلات فى منظومة إنتاجية غير محدّدة عناصرها ومكوناتها.

ومما هو جدير بالذكر، أن التطور المرتقب فى منظومات الذكاء الاصطناعى، مع التطور الملحوظ فى علوم الحاسب، وزيادة القدرات الحاسوبية الهائلة من حيث السعة والسرعة، سيمكّننا من معالجة المشكلات الواقعية ذات الهيكلة الصعبة، مع السماح بزيادة درجة تعقيد المنظومات وحجومها. كما أتوقع أن الأعوام القليلة القادمة ستشهد نمواً وتطوراً وتوسعاً فى تحليل المنظومات بهدف التمثيل الحقيقى للمشكلات الواقعية.

وتمثل المنظومة الإنتاجية مفهوماً حديثاً يمكن بواسطته التعرف على المكونات الأساسية للعملية الإنتاجية، ودراسة علاقاتها الداخلية بباقى العناصر والمكونات. والمنظومة فى الواقع العملى، تكون إما منظومة مفتوحة (Open-Loop System) وإما منظومة مغلقة (Closed-Loop System). وقد عالج Martin Star معضلة

الإنتاج على أساس تصور أن أى مركز تصنيعى أو مركز خدمى فى مجموعه يُعدّ منظومة إنتاجية قائمة بذاتها. ومكونات المنظومة تشمل المدخلات والعمليات التحويلية والمخرجات. ويمكن تعريف عملية صياغة المنظومة على النحو التالى:

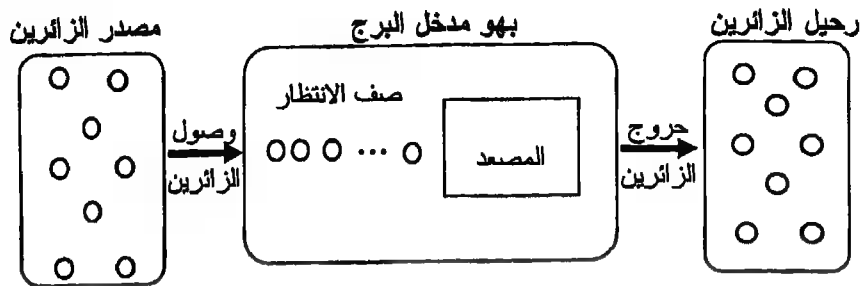
" صياغة النشاط القائم فى منظومة واقعية، يكون مُعبّرًا عن روح النشاط قيد التحليل، ومعرّفًا مكونات وعناصر المنظومة، ومحدّدًا مدخلاتها ومخرجاتها، ومحللاً لعمليات تحويل مقوماتها إلى نواتج، لتصور علاج فعال لهذه المنظومة، وذلك فى إطار البيئة المحيطة".

والمنظومات تكاد تكون السمة المميزة لجميع النشاطات فى أنحاء الكون.

### مفهوم منظومة المصعد:

فى مبنى برج القاهرة بالجزيرة، يبحث المختصون فى منظومة للوصول إلى حل مناسب بحيث يوازن بين مستوى خدمة مقبولة للزائرين، ومستوى تكلفة معقولة لإدارة البرج، مع الأخذ فى الحسبان أن الزائرين قادمون لتمضية وقت ممتع، فلا يجب إغضاب الزائرين لطول انتظارهم أمام المصعد، لذلك وجب عمل استقصاء للمشكلة (Problem Investigation)، تمهيدًا لصياغتها فى منظومة علمية. والمنظومة — كما أسلفنا — هى مجموعة من المقومات أو المدخلات التى تتفاعل بعضها مع بعض، منتجة أو مخرجة عنصرًا أو أكثر كمخرجات للمنظومة.

وباستقصاء المشكلة يتبين أن الزائرين يتوافدون على البرج بطريقة عشوائية متغيرة بتغير الزمن، ويضطرون إلى الانتظار فى الصف لحين تجمع عشرين زائرًا، ثم يفتح مسئول المصعد الباب ليدخل الزائرون، وتبدأ الخدمة بصعود المصعد إلى طابق المطعم أو طابق المشاهدة، وتطول فترة ركوب المصعد أو تقصر حسب رغبة الزائرين، وعند فتح باب المصعد، تنتهى الخدمة برحيل الزائرين من المنظومة. وبهذا الاستقصاء يمكن صياغة منظومة صفوف الانتظار الموضحة فى الشكل رقم (1 - 4)، بحيث لا يتعدى إطار المنظومة حدود بهو مدخل البرج الذى يوجد به المصعد.



شكل رقم (1 - 4) : منظومة صف الانتظار بمصعد البرج

وهذا الشكل يقدم وصفاً مبسطاً لمكونات منظومة صف الانتظار، وهي على النحو التالي:

**وصف مدخلات المنظومة.** يتوافد الزائرون على مبنى البرج من مصدر لا نهائي (Infinite Input Source)، ويعنى ذلك أن يأتي أى مواطن مصرى أو سائح أجنبى إلى البرج من أى مكان. ويصل الزائرون فرادى أو جماعات، ولتسهيل تحليل المنظومة سنعدّ هيئة الوصول (Arrival Pattern) على شكل فرادى. كما أن وقت الوصول (Arrival Pattern) الذى يصل فيه الزائر إلى البرج عشوائى يتغير بتغير الزمن (Random Arrival Time)، فيتبع توزيعه احتمالية معينة فى وصف معدل وصول الزائرين، بمعنى عدد الزائرين الذين يفدون فى وقت معين، أو معدل الوقت الفاصل بين وصول زائرين متتابعين، بمعنى وقت ما بين دخول زائرين متوالين. كما سنفترض أن الزائر سيكون صبوراً (Patient)، بمعنى أنه سينتظر إلى أن يدخل المصعد لتلقى الخدمة.

**وصف تحويلات المنظومة:** ينتظر الزائرون فى بهو البرج - فور وصولهم - أمام المصعد فى صف واحد، منتظرين لحين اكتمال المجموعة المكونة من عشرين فرداً. وقد تطول فترة الانتظار للقادمين مبكراً أى قبل تكوين الصف، أو قد يكون به عدد قليل جداً من الزائرين، أو تقصر هذه الفترة للقادمين عند قرب اكتمال المجموعة. ويتبع وقت الانتظار توزيعاً احتمالية معينة.

وعند اكتمال المجموعة أمام المصعد، يبدأ الزائرون فى تلقى الخدمة، أى ركوب المصعد، والصعود إلى طابق المطعم أو طابق المشاهدة حسب رغبة الزائر. ويمكن توصيف هذه الخدمة حسب قواعد معينة (Service Discipline)

فيتلقى الخدمة حسب الوصول. وشكل الخدمة (Service Mechanism) يكون على أساس خدمة الزائرين فى قناة واحدة أى صف واحد للانتظار، ومرحلة واحدة أى مصعد واحد للخدمة، وهذا ما يعرف فى منظومات صفوف الانتظار بالمصطلح (Single Phase-single Channel). وبالطبع سيكون وقت خدمة الزائرين عشوائيا يتغير بتغير زمن الصعود حتى الطابق الأخير أو الطابق ما قبل الأخير، لذلك فإنه سيتبع توزيعه احتمالية معينة. أما هيئة الخدمة (Service Pattern)، فبالرغم من أن المصعد يخدم مجموعة من الزائرين فى وقت واحد، إلا أننا سنعتبر كل شخص يتلقى خدمته بزمن يتغير حسب تركه للمصعد فى أى من الطابقين (Single Service).

**وصف مخرجات المنظومة.** يخرج الزائر من المصعد لصالة المطعم أو إلى طابق المشاهدة، وبذلك تنتهى الخدمة، ويرحل من المنظومة، كما يمكن تشكيل منظومة أخرى للنزول للزائرين.

## الفصل الثالث: إجراءات تمثيل النموذج

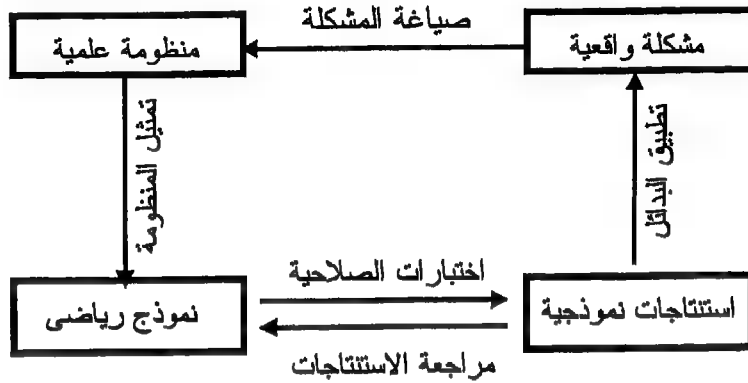
النموذج يعنى تمثيلاً مبسطاً للواقع، ويحاكى بدقة واقع التشغيل، ويشتمل على المكونات الرئيسية للمنظومة التى تصور المشكلة الحقيقية فى صورة مبسطة، وهو يعبر تعبيراً واضحاً عن خصائص تشغيل المنظومة، والعلاقات التى تربط عناصرها المختلفة، وكذا العلاقات التى تربطها بالبيئة المحيطة. والنماذج قد تكون ذات طبيعة وصفية مثل النماذج اللفظية والبيانية والرياضية؛ وقد تكون وظيفية كالمجسمات المصغرة مثل نموذج الطائرة الذى يستخدم فى دراسة الدوامات الهوائية، أو النموذج الذى يحاكي الخلايا العصبية.

### مفهوم نموذج التشغيل:

النشاطات فى الواقع العملى تمثل فى حد ذاتها إما نماذج ذات طبيعة وصفية (Descriptive Nature) كالنماذج الرياضية التى تعبر عن منظومة معينة، وإما نماذج ذات طبيعة وظيفية (Functional Nature) كالنماذج المجسمة التى تصور منظومة معينة. ويبدأ تشكيل النموذج غالباً ببعض الأفكار حول تكوين خصائص واقع ملموس. وعند تصميم النموذج المبدئى، يقارن بسلوك الواقع الحقيقى، وغالباً ما ينتج عنه عدم مطابقة النموذج تماماً للواقع، فتجرى عليه الاختبارات، ثم تتكرر التعديلات إلى أن نحصل فى النهاية على نموذج مقبول وملائم، أى أقرب إلى الواقع الحى. وفى الحقيقة أن النماذج لا تستخدم لوصف مجموعة من الأفكار فقط، بل تستخدم أيضاً فى التقويم والتنبؤ بسلوك المنظومة، كما تؤدى إلى التوصل لطرق تحسين الأداء فى مختلف المنظومات. وبهذا يمكن توفير جزء كبير من الجهد والوقت والمال، وكذا تجنب بعض أسباب الفشل الباهظة التكاليف، وإمكان الوصول إلى التصميم الأمثل دون الحاجة إلى بناء الواقع بحجمه الطبيعى.

ويلجأ باحثو العمليات عادة إلى تطوير النماذج بصورة مستمرة لتمثيل واقع المنظومة الخاضعة للدراسة، بدلاً من التعامل مع الواقع مباشرة لعدة أسباب، منها: توفير الوقت والتكلفة، وتغادى المخاطر والتلاعب بواقع المنظومة، والتخلص من التعقيدات والتفاصيل غير الضرورية لإجراء الدراسة. ويمكن تمثيل عملية النمذجة كما هو موضح فى الشكل رقم (2-4) الذى يتناول الانتقال من الواقع الحقيقى إلى المنظومة الإنتاجية إلى النموذج الرياضى الذى يتم تحليله

بهدف التوصل إلى الاستنتاجات في ضوء خصائص المنظومة العملية ليتم تطبيقها في الواقع العملي.



شكل رقم (2 - 4) : تمثيل عملية النمذجة الرياضية

ويمكن تعريف عملية تمثيل النموذج على النحو التالي:

" تمثيل المنظومة الإنتاجية في نموذج رياضي، يكون مُعبّرًا عن جوهر النموذج قيد المعالجة، ومُعرِّفًا متغيراته وثوابته، ومُحدِّدًا أهدافه وقبوده، لاستخلاص حلول مقنعة لهذا النموذج، وذلك في إطار البيئة المحيطة به".

ويُعدّ تمثيل المنظومة بنموذج رياضي عملية غامضة، أما حل النموذج نفسه فهو فن، مع توافر الأساليب الرياضية والحاسبات الآلية.

والنماذج عامة تمثل إما تمثيلاً تقريبياً لمنظومة معينة، حتى يمكن حله بأحد الأساليب الرياضية المتوافرة، وفي ذلك يمكن الحصول على الحل الأمثل لهذا النموذج التقريبي وليس للمنظومة الواقعية « وإما تمثيلاً حقيقياً لمنظومة علمية، فيصعب حله بالأساليب الرياضية التقليدية، فيضطر إلى اللجوء إلى أسلوب المحاكاة (Simulation Approach)، وبذلك نحصل على حل تقريبي للنموذج، وبالتالي للمشكلة.

**خصائص النموذج الرياضي.** يتطلب الحصول على معالجة واقعية للمنظومة العلمية — التي ما هي إلا صورة حية للواقع العملي — بناء نموذج واقعي. وتتميز

هذه النماذج بعدة خصائص رئيسية نسردها بعضها منها على النحو التالي:

- نموذج يمثل واقع المنظومة بأقصى دقة ممكنة، وهذا لا يعنى التطابق التام للواقع فى كل تفصيلاته، لأن ذلك يحتاج لصياغته إلى جهد كبير ووقت طويل.
- نموذج يتميز بمقدرته على إيجاد الحلول الممكنة بطريقة صحيحة.
- نموذج يحوى أقل قدر ممكن من الفروض والشروط، مع بساطته ليكون سهلاً الفهم.

• نموذج يتميز بمرونة حتى يكون قابلاً للتعديلات عند الضرورة وبطريقة فعالة.

■ نموذج يكون قادراً على تحديد العوامل التى تؤثر على صنع القرار.

■ نموذج يكون حساساً للتغيرات التى قد تطرأ على البيانات.

فالنموذج المناسب هو الذى يطابق أو يكون قريباً من الواقع، والذى يمثل خصائص المنظومة.

**مميزات النموذج الرياضى.** تعد النماذج الرياضية من أكثر النماذج تجريداً (Abstraction) للواقع العملى. وبالرغم من ذلك، فإن تطبيقات النماذج الرياضية تتميز بصفات معينة، ويمكن سرد بعضها على النحو التالى:

- استخدام النماذج الرياضية يؤكد الاعتقاد بالفوائد المنهجية العلمية المنطقية والمنظمة فى دعم عملية صنع القرار.
- استخدام النماذج الرياضية يسهل عملية المعالجة النظرية والعملية، ويساعد فى الاختبارات العلمية، وعمليات التدبؤ، وعمليات التقويم.
- استخدام النماذج الرياضية يساعد فى تحليل البيانات بطريقة سلسة، وبالتالى التأكيد على الحصول على نفس النتائج حتى مع اختلاف الوقت والقائم بالدراسة.
- استخدام النماذج الرياضية يعتمد على معايير اقتصادية فعالة، حيث يقارن العديد من الخطوات الممكنة بناءً على عدة قياسات اقتصادية مثل تكلفة التشغيل، والعائد على الاستثمار، ومعدل نمو العائد.
- استخدام النماذج الرياضية يعتمد على الحاسبات الآلية، نظراً للعلاقات المعقدة والمتشابكة بين العوامل من متغيرات وثوابت، والكم الهائل من البيانات التى تتطلب الكثير من العمليات الحسابية المضنية.

- استخدام النماذج الرياضية يسهل إجراء الاختبارات العلمية والتحليلات الرياضية وبأقل تكلفة، كما يوفر قدراً كبيراً من الوقت.
  - استخدام النماذج الرياضية يولد عدداً كبيراً من الحلول والبدائل الممكنة، ويقيم هذه البدائل لاختيار الحلول المثلى بأسرع وقت.
  - استخدام النماذج الرياضية يساعد في حساب درجة المخاطر في كثير من القرارات المتعلقة بمنظومات متضمنة حالات مخاطرة.
- قصور النموذج الرياضي.** يحدث أحياناً قصور في النماذج الرياضية، نظراً لتباين المشكلات وتعقدها وديناميكيته، ويمكن سرد بعض ألوان هذا القصور على النحو التالي:

- حدوث عناصر اقتصادية. من غير الممكن تحمل نفقات باهظة لمعالجة المشكلة أكثر من الممكن توفيره من جراء اتخاذ القرار الناتج عن هذا النموذج.
  - حدوث عناصر شخصية. من غير الممكن التحكم في القرار التنفيذي لضمان عدم حدوث مخاطر نتيجة الحلول غير المثلى الناتجة من النموذج.
  - حدوث عناصر طبيعية. من غير الممكن بناء نموذج طبق الأصل للواقع العملي، نظراً لتعدد المشكلة وديناميكيته، وكثرة متغيراتها، مما سيؤدي إلى نموذج غاية في التعقيد والتشابك، بحيث لا يمكن حله، وبالتالي لا يمكن معالجة المشكلة.
- هيكل النموذج الرياضي.** يُعدّ النموذج الرياضي هيكلاً رياضياً يوضح كيفية ربط عناصر المنظومة بمجموعة من العبارات والمعادلات والمتباينات، متضمنة متغيرات وثوابت، وفقاً لفروض وشروط ومتطلبات أى قيود على عملية التحويل، وذلك بغية الوصول إلى هدف معين، وهى على النحو التالي:

- مفهوم أهداف للنموذج (Objective Functions). تعمل المنظومات العلمية للوصول إلى أهداف تخصها مثل تعظيم الأرباح أو تصغير التكلفة، وأهداف تخص عملاءها. فالمستشفى مثلاً تهدف إلى العناية الفائقة بالمريض، والخفض الكبير في تكلفة العملية العلاجية؛ والجامعة تهدف إلى تخريج طلبة ذات مستوى علمي جيد، بالإضافة إلى تصغير تكلفة العملية التعليمية؛ والمصنع يهدف إلى إرضاء عملائه بإنتاج سلعة ذات جودة عالية، وتعظيم أرباح العملية الإنتاجية. ومن الصعوبة بمكان تحقيق هدف موحد يحقق جميع أهداف المنظومة التي قد تكون متعارضة أو متناقضة، ويمكن تحديد مقياس فعالية المنظومة.



• مفهوم متغيرات النموذج (Model Variables). تنتزع المتغيرات فى النموذج الرياضى على النحو التالى:

•• متغيرات ممكن التحكم فيها (Controllable Variables).

تتميز هذه المتغيرات بأنها قابلة للمعالجة والتحكم من قبل صانع القرار. والغرض الرئيسى للنموذج يتركز عادة فى إيجاد أفضل مستوى للمتغيرات التى تمثل نشاطا من أنشطة المنظومة التى تحقق الأهداف الموضوعية.

•• متغيرات غير ممكن التحكم فيها (Uncontrollable Variables).

تتصف هذه المتغيرات بأنها لا يمكن التحكم فيها من قبل صانع القرار، نظراً لتأثير قيمتها بعناصر خارجة عن المنظومة كأسعار الخامات التى يتحكم فيها الموردون، وأسعار السلع التى يتحكم فيها المنافسون. وقد تتأثر هذه المتغيرات بعناصر من المنظومة نفسها كطاقة الأجهزة، ومحدودية الوقت، ومحدودية الأموال المتوافرة لدى المنظومة.

■ مفهوم عوامل النموذج (Model Parameters): تنتزع العوامل فى النموذج الرياضى على النحو التالى:

•• عوامل على شكل ثوابت معلومة ومحددة (Constant

Parameters).

•• عوامل على شكل دوال احتمالية (Probabilistic Parameters)،

يصير تقديرها بطرق إحصائية مطلقة.

•• عوامل على شكل دوال عشوائية (Stochastic Parameters)، يصير

تقديرها بطرق احتمالية مرتبطة بالوقت.

? مفهوم قيود النموذج (Model Constraints). يخضع النموذج — عند اختيار الحل الأمثل — للعديد من القيود التى تُجذ من الخيارات الممكنة، للحصول على الحل الممكن تطبيقه عملياً. فعلى سبيل المثال وليس الحصر، هناك قيود على الطاقة الإنتاجية فى المنظومة، أو قيود على التكنولوجيا المتبعة فى عمليات تحويل المدخلات، أو قيود المنافسة الخارجية. ولكل قيد من هذه القيود علاقة رياضية تخضع لقيمة ما مثل الطاقة الإنتاجية أو غيرها، سواء كانت أقل من أو تساوى، أو تساوى فقط، أو أكبر من أو تساوى هذه القيمة. وبالإضافة إلى هذه القيود، توجد قيود تتعلق بطبيعة المتغيرات الممكن وغير الممكن التحكم فيها. فإذا كانت متغيرات القرار تعبر عن كميات مثل

أعداد، أو أوزان، أو أطوال، أو مساحات، أو حجوم، أو ما شابه ذلك، فمن الطبيعي أن يفرض اللاسلبية (Non-Negativity Constraints) على متغيرات القرار.

**صياغة النموذج الرياضي.** تصاغ النماذج الرياضية في بحوث العمليات بصفة عامة بتعظيم أو تصغير دالة الهدف، وفقا للقيود الواقعية بالإضافة إلى قيود اللاسلبية. ويمكن صياغة النموذج رياضيا على النحو التالي:

تعظيم أو تصغير دالة الهدف التي تقيس فعالية المنظومة قيد الدراسة

$$Z = f (c_j X_j , c_j Y_j)$$

وفقا للقيود الواقعية

$$F (a_{ij} X_j , a_{ij} Y_j) (\leq , = , \geq) b_j$$

وقيود اللاسلبية

$$X_j , Y_j \geq 0$$

حيث إن

Z	قيمة فعالية المنظومة.
X <sub>j</sub>	مستوى المتغيرات Z الممكن التحكم فيها.
Y <sub>j</sub>	مستوى المتغيرات Z غير الممكن التحكم فيها.
c <sub>j</sub>	ربحية أو تكلفة المتغير X <sub>j</sub> أو Y <sub>j</sub> .
a <sub>ij</sub>	كمية استهلاك النشاط j من المورد i.
b <sub>i</sub>	كمية متاحة من المورد i.

وبراعى أن تعريف المتغيرات والعوامل يختلف بتغير الموقف العملى المطلوب تمثيله بالنموذج الرياضى الذى يبين العلاقة الكمية بين المدخلات والمخرجات.

وعملية، تمثيل النموذج ما زالت غامضة (Model Representation is a Mystery) حيث إن عملية الابتكار غير مفهومة بعد؛ أما حل النموذج بأى أسلوب رياضى، فهو فن (Problem Solving is an Art).

## مفهوم نموذج المصعد:

فى مبنى برج القاهرة بالجزيرة، يمثل باحث العمليات منظومة مصعد السبرج التى تم توصيفها فى الفصل السابق بنموذج صف الانتظار الذى يصف منظومة

المصعد ابتداء من عملية وصول الزائرين إلى بهو البرج، والوقوف أمام المصعد في صف الانتظار حتى يتلقى الخدمة بركوب المصعد، ثم يرحل من المنظومة بخروجه من المصعد.

ويتكون نموذج صف الانتظار من توقيت عملية وصول الزائرين إلى بهو المصعد، بالإضافة إلى وقت الخدمة بالمصعد. ولما كان الزائرون يتولدون من مجتمع كبير، فعادة ما تكون توقيتات الوصول والخدمة عشوائية، وتخضع في تغييرها لدالة توزيع الاحتمالات. ويهدف النموذج إلى تحقيق مستوى مناسب من الخدمة مقابل مستوى معقول من تكلفة تقديم هذه الخدمة. ويتأتى ذلك رياضياً عن طريق بناء معادلات تفاضلية - تفاضلية (Differential-Difference Equations) لحساب المتغير في حالة المنظومة بين فترة وأخرى. ويتم بناء هذه المعادلات على أسس عملية الولادة والوفاة (Birth-and-Death Process)، مشيراً إلى عملية الوصول إلى المنظومة بعملية الولادة، وعملية المغادرة من المنظومة بعملية الوفاة. وهذه العملية عبارة عن سلسلة ماركوف (Markovian Chain) ذات المتغير العشوائي المستمر الذي يحدث فيها تغيير من حالة إلى حالة مجاورة فقط، أى أن هذه السلسلة لها خاصية نسيان ما حدث في الماضي (Forgetfulness Property)، وتحديد احتمال حدوث المستقبل على أساس ما يحدث في الحاضر فقط.

ويتم بناء النموذج العشوائي بتفصيل المنظومة على أساس ما قد يحدث خلال فترة زمنية قصيرة جداً من وصول إلى (ومغادرة من) المنظومة. وعلى ذلك فإن التوزيعات الاحتمالية التي تحكم عدد القادمين والمغادرين في فترة زمنية معينة تعتمد على طول هذه الفترة وليس على نقطة بدايتها، وهى على النحو التالي:

• احتمال وصول زائر واحد بالضبط في فترة زمنية قصيرة جداً طولها

$\Delta t$  من مجتمع حجمه  $n$  في بداية الفترة هو  $\lambda_n \Delta t + 0$ ، حيث إن  $\lambda_n$  يكون ثابتاً وهو معدل الوصول، وربما يختلف باختلاف قيم  $n$ ، وأن  $0 \Delta t$  مقدار مهملاً في الفترة  $\Delta t$ .

■ احتمال مغادرة زائر واحد بالضبط في فترة زمنية قصيرة جداً طولها  $\Delta t$

من مجتمع حجمه  $n$  في بداية الفترة هو  $\mu_n \Delta t + 0$ ، حيث إن  $\mu_n$  يكون ثابتاً

وهو معدل الخدمة، وربما يختلف باختلاف قيم  $n$ ، وأن  $0\Delta t$  مقدار مهمل في الفترة  $\Delta t$ .

■ احتمال وصول أو مغادرة أكثر من زائر في فترة زمنية قصيرة جداً طولها  $\Delta t$  من مجتمع حجمه  $n$  في بداية الفترة هو  $0\Delta t$ ، وهو مقدار مهمل في الفترة  $\Delta t$ ، حيث إن الفترة قصيرة جداً لا تسمح بدخول أو خروج أكثر من زائر واحد.

● احتمال عدم وصول أو عدم مغادرة زائر في فترة زمنية قصيرة جداً طولها  $\Delta t$  من مجتمع حجمه  $n$  هو  $0\Delta t + \mu_n \Delta t - \lambda_n \Delta t - 1$ ، أي  $(1-\mu_n\Delta t)(1-\lambda_n\Delta t)$  حيث إن  $\mu_n$  و  $\lambda_n$  يكونان ثابتين، وربما يختلفان باختلاف قيم  $n$ ، وأن  $0\Delta t$  مقدار مهمل في الفترة  $\Delta t$ .

وإذا فرضنا أن المنظومة قد تبدأ بوجود عدد معين من الزائرين في اللحظة  $t$ ، فيمكن حساب احتمال وصول أو مغادرة زائر في فترة زمنية محددة  $\Delta t$ ، بحيث يصبح في المنظومة  $n$  زائر في اللحظة  $t + \Delta t$ ، وذلك بحدوث أي من الاحتمالات الأربعة احتمالات التالية:

■ احتمال وجود  $n$  زائر في المنظومة في اللحظة  $t + \Delta t$ ، عندما كان  $n-1$  زائراً في اللحظة  $t$ ، ووصول زائر واحد، وعدم مغادرة أحد المنظومة هو:

$$P_{n-1}(t) (\lambda_{n-1} \Delta t)$$

أو

● احتمال وجود  $n$  زائر في المنظومة في اللحظة  $t + \Delta t$ ، عندما كان  $n+1$  زائراً في اللحظة  $t$ ، وعدم وصول أي زائر، ومغادرة زائر واحد من المنظومة هو:

$$P_{n+1}(t) (\mu_{n+1} \Delta t)$$

أو

■ احتمال وجود  $n$  زائر في المنظومة في اللحظة  $t + \Delta t$ ، عندما كان  $n$  زائراً في اللحظة  $t$ ، وعدم وصول أو مغادرة زائر من المنظومة هو:

$$P_n(t) (1 - \lambda_n \Delta t) (1 - \mu_n \Delta t)$$

أو

■ احتمال وجود  $n$  زائر في المنظومة في اللحظة  $t + \Delta t$ ، عندما كان  $n$  زائراً في اللحظة  $t$ ، ووصول زائر واحد، ومغادرة زائر واحد من المنظومة هو:

$$P_n(t) (\lambda_n \Delta t) (\mu_n \Delta t)$$

ونظرا لكون هذه الاحتمالات الأربعة مستقلة بعضها عن بعض (Mutually Exclusive Probabilities)، تصبح القيمة الاحتمالية لمنظومة بها  $n$  زائر فى اللحظة  $t + \Delta t$  هو حاصل جمع هذه الاحتمالات:

$$P_n(t + \Delta t) = P_{n-1}(t) (\lambda_{n-1} \Delta t) + P_{n+1}(t) (\mu_{n+1} \Delta t) + P_n(t) (1 - \lambda_n \Delta t) (1 - \mu_n \Delta t) + P_n(t) (\lambda_n \Delta t) (\mu_n \Delta t), \quad n = 1, 2, \dots$$

وإذا فرضنا أن هذه المنظومة قد تبدأ بوجود عدد معين من الزائرين فى اللحظة  $t$ ، فيمكن حساب احتمال وصول أو مغادرة زائر فى فترة زمنية محددة  $\Delta t$ ، بحيث لا يكون فى المنظومة أى زائر فى اللحظة  $t + \Delta t$ ، وذلك بحدوث أى من الاحتمالين التاليين:

• احتمال عدم وجود أى زائر فى المنظومة فى اللحظة  $t + \Delta t$ ، حال عدم وجود، أو عدم وصول، أو عدم مغادرة أى زائر فى اللحظة  $t$  ( احتمال عدم مغادرة زائر من المنظومة يساوى الواحد الصحيح، لأن المنظومة خالية بالتأكيد ) هو:

$$P_0(t) (1 - \lambda_0 \Delta t) (1)$$

أو

• احتمال عدم وجود أى زائر فى المنظومة فى اللحظة  $t + \Delta t$ ، حال عدم وجود، أو عدم وصول زائر واحد فى اللحظة  $t$  مع مغادرة الزائر الذى كان موجودا من قبل هو:

$$P_1(t) (1 - \lambda_1 \Delta t) (\mu_1 \Delta t)$$

ونظرا لكون هذين الاحتمالين مستقلين بعضهما عن بعض (Mutually Exclusive Probabilities) تصبح القيمة الاحتمالية لمنظومة خالية من زائرين فى اللحظة  $t + \Delta t$  هو حاصل جمع هذين الاحتمالين:

$$P_0(t + \Delta t) = P_0(t) (1 - \lambda_0 \Delta t) (1) + P_0(t) (1 - \lambda_1 \Delta t) (\mu_1 \Delta t)$$

فإذا تمت تصفية المعادلتين السالفتي الذكر، مع مراعاة أن كل مقدار يحوى مضاعف  $0\Delta t$  يصبح  $0\Delta t$ ، لأنه مقدار صغير جدا للمقدار  $\Delta t$ ، ودمج جميع

المقادير  $0\Delta t$  فى مقدار واحد هو  $0\Delta t$ ، تصبح المعادلتين كالتالى:

$$\begin{aligned} P_n(t + \Delta t) &= P_n(t) (1 - \lambda_n \Delta t - \mu_n \Delta t) + P_{n+1}(t) (\mu_{n+1} \Delta t) + \\ &P_{n-1}(t) (\lambda_{n-1} \Delta t) + 0\Delta t, \quad n = 1, 2, \dots \\ P_0(t + \Delta t) &= P_0(t) (1 - \lambda_0 \Delta t) + P_1(t) (\mu_1 \Delta t) + 0\Delta t \end{aligned}$$

وبفرض أن المنظومة تصبح فى حالة استقرار (Steady State) بعد مرور فترة انتقالية (Transition Period)، يمكن الحصول على مجموعة معادلات بعد إجراء بعض التصفيات البسيطة، وأخذ النهاية عندما تسعى  $\Delta t$  إلى الصفر، وتصبح المعادلات غير خاضعة للوقت كما هو على النحو التالى:

$$\begin{aligned} 0 &= -(\lambda_n + \mu_n) P_n + \lambda_{n-1} P_{n-1} + \mu_{n+1} P_{n+1}, \quad n = 1, 2, \dots \\ 0 &= -\lambda_0 P_0 + \mu_1 P_1 \end{aligned}$$

وتعنى مجموعة المعادلات السالفة الذكر أنه فى حالة المعادلة  $n \geq 1$  يكون احتمال وجود  $n$  زائر فى المنظومة عبارة عن احتمال وجود  $n-1$  زائر فى المنظومة مع وصول زائر واحد، واحتمال وجود  $n+1$  زائر مع مغادرة زائر واحد، واحتمال وجود  $n$  زائر بدون وصول أو مغادرة أى زائر. أما فى حالة المعادلة  $n=0$  فهى عبارة عن احتمال عدم وجود أحد فى المنظومة مع عدم وصول أحد أيضا، واحتمال وجود زائر واحد ومغادرة هذا الزائر.

هذا هو النموذج الرياضى الذى يمثل منظومة صف الانتظار أمام مصعد برج القاهرة، والتى تم صياغتها فى الفصل الثانى، وبذلك فقد تم تشخيص مشكلة واقعية، ثم صياغتها فى منظومة علمية، ثم تمثيلها بنموذج رياضى. وعند حل هذا النموذج — الذى يمثل العلاقة الرياضية بين الوصول والخدمة والمغادرة — يمكن استخلاص عدة معايير يتم تقويمها لقياس مستوى أداء أو فعالية المنظومة.

## المراجع العلمية

أثرت أن أنقضى مجموعة من أوراقى البحثية التى نشرت فى عدّة دوريات علمية، وكلماتى الافتتاحية التى دعيت لإلقائها فى عدّة مؤتمرات علمية، وتقاريرى الداخلية لبعض المشروعات التى قمت بها من قبل عدّة مؤسسات بحثية، والتى طرحت فيها فلسفتى فى معالجة المشكلات، والتى عرّجت فيها على مناقشة الهندسة الصناعية ومحاورها من إدارة علمية، وبحوث عمليات، وتكنولوجيا معلومات « ثم ذيلتها ببعض المراجع العلمية التى تقدم تعريف علم بحوث العمليات وتاريخه وطبيعته ونماذجه واستخداماته:

01. Ashour S., M. Sallam, and M. El-Sharief, "Multi-Objectives Layout Planning Approach", to be presented at Cairo University International Conference on Mechanical Design and Production, Cairo, February 15-17, 2000.
02. Ashour S., "An Allocation Algorithm for Space Problems", presented at the 18<sup>th</sup> International Conference on Computers and Industrial Engineering, Shanghai, China, October, 1995.
03. Ashour S., "Operations Research in Decision Making — Two Schools of Thought", presented as a Key Speech before the First International Conference on Operations Research and its Applications, Al-Asher Min Ramadan City Institute, Al-Asher Min Ramadan City, December, 1994.
04. Ashour S., "Informatics and Industrial Development in Egypt", The Proceedings on Informatics and its Future in Egypt, Cairo, January 1994.
05. Ashour S., "The Introduction of Computer Engineering Science and Operations Research to Engineering Education Programs", Proceedings of the National Symposium on the Development of

Teaching Computer Engineering Science and Operations Research in Egyptian Universities, Cairo, 1991.

06. Ashour S., " Development of Engineering Education System in Sudanese Universities " , Vol. : I Mission Report, Vol. II : Project Documents, Vol. III : Equipment List. The Mission and Report were Sponsered by UNESCO, 1991.
07. Ashour S., " Preperation of Industrial Engineers Needed for Industry " , Proceedings of the First International Conference on Engineering, Technological and Technical Education, Tripoli, Libya, 1991.
08. Ashour S., " The Use of Reverse Engineering in Training B.Sc. Students in Mansoura University ", Proceedings of the First International Symposium on Managing and Nationalizing the Technology, Bahrain, 1990.
09. Ashour S., " A new Enhanced Engineering Program in the Faculty of Engineering " , Proceedings of the World Conference on Engineering Education for Advancing Technology, Sydney, Australia, 1989.
10. Ashour S., " Blue-Print for MIS in Universities " , Proceedings of the 6<sup>th</sup> National and 3<sup>rd</sup> International Conference on Computers and Industrial Engineering, Florida, U.S.A, 1984.
11. Ashour S., " Toward an Integrated University Management Information System", Proceedings of the International Conference on Information Control and Development, Tunis , 1982.
12. Ashour S., " Planning and Development of Required Manpower for the Neurology and Artificial Kidney Center, Internal Report, Mansoura University, 1981.



13. Ashour S., " Development of a Computerized Preventive Maintenance System in the Egyptian Iron & Steel Co., Helwan " Internal Report, June 1977.
14. Ashour S., " Evaluation of the Computer Center in The Egyptian Iron & Steel Co., Helwan " , Internal Report, October 1976.
15. Ashour S., et al., " Development of an Integrated Simulation System for Training Oil Refinery Operators in Libya by Singer Company, U.S.A " , Internal Report, Singer Co., May 1975.
16. Ashour, S., " Ways and Means to perform a Successful Application of Management Sciences " , The Journal of Operations Research Society of Japan, Vol. 18, No. 1, 1975.
17. Ashour S., " Management Sciences and their Applications to Intustrial Development in the Arab World " , The Journal of Systems Science, Vol. 5, No. 3, 1974.
18. Ashour S., " How to be an Effective Management Consultant, presented before the World Bank, Washington, D.C. June 1974.
19. Ashour S., " Operations Research : Past, Present, and Future " , presented at Universities in Ottawa (Canada), Tampera (Finland), Copenhagen (Denmark), Geneva (Switzerland), and Grenoble (France), Summer 1973.
20. Ashour S., A. Pai, " An Algorithmic Approach for Scheduling a Multi-Product Pipeline System " , The International Journal of System Science, Vol. 4, No. 2 , 1973.
21. Ashour S., Moore, and K. Chiu, " An Implicit Enumeration Algorithm For the Non-Preemptive Shop Scheduling Problem " The Journal of American Institute of Industrial Engineers

(AIIE), Vol. 6, No. 1, 1973.

22. Ashour S., S. Bindingnavle, " An Optimal Design of a Soaking-Pit Rolling-Mill System ", The Journal of the Society for Computer Simulation, June 1972.
23. Ashour S., et al , " A Railway Oil Tanks Inventory System at Conoco Co., Ponca City, Oklahoma, Internal Report July 1969.
24. Ashour S. W, Tester, , " A Computerized Decentralized Unit Dose Drug Distribution System " , Proceedings of I FAC Symposium on Automatic Control and Computers in the Medical Field, Belgium, 1971, and Proceedings of the 19<sup>th</sup> Annual Institute Conference and Convention, AIIE, May 1968.
25. Ashour S., " A Non-Mathematical Approach for Resolving a Waiting Problem Infront of Elevators in an Administrative Building in Kansas City, Kansas, Internal Report, Kansas State University, May 1968.
26. Hillier, F.S. and G. J. **Lieberman, Introduction to Operations Research**, Holden-Day Inc. California, U.S.A, 1980.
27. Larnder, H. , " The Origin of Operational Research " , Operations Research, Vol. 32, No. 2, 1984.
28. Miser, H. J., " The History, Nature, and Use of Operations Research in **Handbook of Operations Research, : Foundations and Fundamentals**, Vol. 1, Van Nostrand, New York, U.S.A., 1975.
29. Monks, J. G., **Operations Management**, Schaum's Outline Series, McGraw - Hill Book Company, New York, U.S.A., 1985.
30. Nosouhi A., " An Investment Plan in a Watch Manufacturing

Project — A Feasibility Study, Internal Report, February 1976.

31. Saaty T., S. Ashour et al., " The Development of a Transport Plan in The Sudan " , 5 Volumes, Project Performed by The Association for the Development of Arab Resources (ADAR), Philadelphia, PA., U.S.A., and sponsored by Kuwait Investment Fund, 1975.
32. Saaty T., S. Ashour , " No-War, No-Peace Mathematical Model, Internal Report, Al -Ahram Establishment, July 1972. Results appeared in Al-Ahram Newspaper, September 1972.
33. Taha H., **Operations Research : An Introduction**, Macmillan Publishing Co., New York, U.S.A., 1982.
34. White, G.P., "A Survey of Recent Management Science Applications in Higher Education Administration " , Interface 17 : 2, 1987.



# الإصدارات للمؤلف

## كتب المؤلف العلمية:

- **Sequencing Theory**, Springer - Verlag, 1972. .01
- **Computer Simulation in Design Applications**,  
Simulation Councils Proceedings Series, Vol. 3,  
No.1, June 1973. .02
- **Simulation Systems for Manufacturing Industries**,  
Simulation Councils Proceedings Series, Vol. 3,  
No. 2, December 1973. .03
- .04 " ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية "، دار الشروق، القاهرة، 2000
- .05 " دراسة وتحليل النظم "، دار الشروق، القاهرة، 2000

## كتب المؤلف الدينية:

- .06 " الإنسان فى القرآن الكريم "، دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع،  
القاهرة، 1998 .
- .07 " أدعية ومناسك الحج والعمرة والزيارة "، المركز الألمانى المصرى  
للطباعة، المنصورة، 1999.
- .08 " شعيرة الطهارة " ضمن موسوعة " شعائر العبادة فى الإسلام "،  
دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2000.
- .09 " شعيرة الصلاة " ضمن موسوعة " شعائر العبادة فى الإسلام "،  
دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2000.
- .10 " شعيرة الزكاة " ضمن موسوعة " شعائر العبادة فى الإسلام "،  
دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2000.
- .11 " شعيرة الصوم " ضمن موسوعة " شعائر العبادة فى الإسلام "،  
دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2000.
- .12 " شعيرة الحج " ضمن موسوعة " شعائر العبادة فى الإسلام "،  
دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 2000.

رقم الإيداع ١٧٧٥ / ٢٠٠٠  
الترقيم الدولي X - 0600 - 09 - 977

### مطابع الشروق

القاهرة ٨٠ شارع سيبريه المصرى - ت ٤٠٢٣٣٩٩ - فاكس ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)  
بيروت : ص ب ٨٠٦٤ - هاتف ٣١٥٨٥٩ - ٨١٧٢١٣ - فاكس ٨١٧٧٦٥ (٠١)





سلسلة الكتب العلمية المبسطة في المعلوماتية

الكتاب الثالث : ثورة الإدارة العلمية والمعلوماتية  
المؤلف : أ.د. السعيد عاشور  
المشرف : أ.د. أحمد عبادة سرحان

### المؤلف في سطور

الأستاذ الدكتور/ السعيد عبدالغنى إمام عاشور أستاذ الهندسة الصناعية والإدارية وبحوث العمليات بقسم هندسة الإنتاج الصناعى بكلية الهندسة، جامعة المنصورة، وعميد الكلية لمدة تسع سنوات، من 1983 حتى 1991، وأستاذ ورئيس وحدة الدراسات العليا بقسم الهندسة بالجامعة الأمريكية فى القاهرة سابقاً. عمل نائباً لرئيس مجلس الإدارة والعضو المنتدب لهيئة تنمية الموارد العربية بأمريكا. حصل على درجة البكالوريوس فى الهندسة الميكانيكية عام 1955 من جامعة ميونخ بألمانيا، ودرجة الماجستير فى الهندسة الصناعية عام 1964 من جامعة مينيسوتا بأمريكا، ودرجة الدكتوراه فى الهندسة الصناعية والإدارية عام 1967 من جامعة أيوا بأمريكا.

قام بزيارات عمل فى مجالات صناعية وأكاديمية واستشارية فى كثير من الدول الأجنبية والعربية، وقضى 6 سنوات فى أوروبا و13 سنة فى الولايات المتحدة الأمريكية، وزار أكثر من 73 دولة. اكتسب خبرة دولية ومحلية فى المجال الصناعى حيث عمل مع شركة ديمانج الألمانية، وشركة الحديد والصلب المصرية، وشركة كونوكو الأمريكية للبتترول، وشركة راكويل الأمريكية للصناعات الدقيقة. عمل أستاذاً عاملاً فى جامعات ولاية كانساس وولاية أيوا بأمريكا، وجامعة المنصورة، والجامعة الأمريكية بالقاهرة، وأستاذاً زائراً فى جامعات فنلندا وألمانيا وإيطاليا،

تقلد مناصب إدارية فى عديد من الجامعات، واشترك فى إعداد نظم التعليم الهندسى وتقييم البرامج التعليمية بكلية الهندسة فى جامعات أمريكية، وألمانية، وفنلندية، ومصرية، وسودانية (من قبل هيئة اليونيسكو)، والجامعة الأمريكية بالقاهرة للاعتراف أو الاعتماد.

قام باستشارات دولية وقومية ومحلية فى تصميم وتنفيذ مشروعات هندسية وتخطيطية، ومعالجة مشكلات فنية وإدارية فى كل من أمريكا، وإيطاليا، وفنلندا، والكويت، وليبيا، والسودان، ومصر. ودعى محاضراً زائراً فى أكثر من 37 جامعة أجنبية.

عمل رئيساً للتحرير ومحرراً لعدد من الدوريات العلمية الخارج، ومقيماً للكثير من الأوراق البحثية المقدمة للنشر، ومشرفاً ومحكماً على كثير من رسائل الماجستير والدكتوراه فى أمريكا وأوروبا والدول العربية. نظم وشارك فى كثير من المؤتمرات العلمية الدولية والإقليمية والمحلية، فى علمية الإدارة وبحوث العمليات، كما شارك فى عضوية اللجان العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين فى تخصص هندسة الإنتاج، وعلوم الحاسب وبحوث العمليات بالمجلس الأعلى للجامعات.

نشر خمسة كتب علمية فى دور نشر عالمية، و86 ورقة بحثية فى الدوريات العلمية الدولية والإقليمية فى مجالات الهندسة الصناعية وبحوث العمليات. كما صدر له كتاب "الإنسان فى القرآن الكريم" وهو دينى وعلمى وطبى وتربوى، وكذا موسوعة من خمسة كتب دينية عن شعائر العبادة فى الإسلام، وهى الطهارة والصلاة والزكاة والصوم والحج.

مثل جمهورية مصر العربية فى كثير من المؤتمرات والندوات العلمية فى الخارج، وفى زيارات ميدانية فى كل من جامعات بريطانيا والهند وأمريكا. ويمثل عدة جمعيات علمية دولية فى مصر. نال تكريماً من مؤسسات علمية أمريكية ومصرية، وحصل على عضوية شرفية فى جمعيات المماتزين فى الهندسة الصناعية والعلوم، واختير لحمل لقب المواطن المميز فى الموسوعة الأمريكية للعلماء، وحصل على جائزة رواد الحاسبات على المستوى القومى. واختير أحد العلماء الرواد فى موسوعة

Who is who in the world ، ورشح لنيل جائزة الدولة التقديرية فى العلوم الهندسية. منح جائزة الجامعة التقديرية فى العلوم الهندسية، وسميت قاعة الندوات العلمية فى كلية الهندسة بجامعة المنصورة باسمه، وعين عضواً فى المجالس القومية المتخصصة، وهو عضو فى اللجنة القومية لتجهيز المعلومات منذ إنشائها بأكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا.